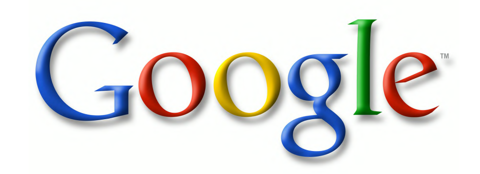




Recherches sur les modifications de l'atmosphère. Contenant l'histoire ...

Jean André Luc


UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK GENT



RECHERCHES
SUR LES
MODIFICATIONS
DE L'ATMOSPHERE.

TOME SECOND.

RECHERCHES
SUR LES
MODIFICATIONS DE L'ATMOSPHERE.

CONTENANT;

L'HISTOIRE CRITIQUE DU BAROMETRE ET DU THERMOMETRE,

UN TRAITÉ SUR

LA CONSTRUCTION DE CES INSTRUMENS,

DES EXPERIENCES RELATIVES A

LEURS USAGES,

Et principalement à la MESURE DES HAUTEURS *& à la correction des REFRACTIONS* MOYENNES:

AVEC FIGURES:

Dédiées à M. M. de l'Académie Royale des Sciences de Paris.

Par J. A. DE LUC *Citoyen de* GENEVE, *Corresp. des Académ. Royales des Sciences de* PARIS *& de* MONTPELLIER.

TOME SECOND.

Sunt aliquot quoque res; quarum unam discere causam,
Non satis est.

LUCRETII. De natura rerum, Lib. VI.



A GENEVE,



MDCCLXXII.

TABLE DES CHAPITRES

Contenus dans le second Volume, & de leurs *Divisions*.

TROISIEME PARTIE.

Préparatifs pour de nouvelle expériences du Baromètre.

CHAPITRE I. Description des instrumens employés aux observations qui servent de fondement à cet Ouvrage. Page 1

Prémière tentatives pour contenir le *mercure* dans le *Baromètre.* . . . 2
Seconde tentative. . . . 4
Baromètre portatif. . . . 5
Description d'un *Robinet* pour ce *Baromètre.* . . . 7
De la réunion du *Robinet* avec les *tubes.* . . . 12
Du choix des *tubes.* . . . 16
Usage du *Robinet.* . . . 17
Description de quelques autres parties de ce *Baromètre.* . 18
Son *Echelle.* . . . 20
Moyen d'empêcher les effets nuisibles de la condensation du *Mercure* dans le *Baromètre portatif*, & d'y remédier quand on n'a pu les prévenir. . . . 22
Des *Thermomètres* qui accompagnent le *Baromètre portatif.* . 25
Description de son *à plomb.* . . . 33
Précautions nécessaires dans l'usage de ce *Baromètre.* . 35
Tripied pour le placer commodément partout. . . . 38

CHAPIT. II. Mesures de la hauteur des lieux destinés aux observations qui font l'objet des CHAPITRES suivans. . 43

Mesure de quinze *Stations* dans la Montagne de *Salève.* . *ibid.*
Mesure des hauteurs au *Cordeau.* . . . 47



a

QUA-

QUATRIEME PARTIE.

*Expériences & recherches sur les moyens de connoître la densité de l'*Air *en tout tems & en tout lieu, & d'appliquer cette connoissance à la Mesure des* Hauteurs *par le* Baromètre.

CHAPITRE I. Des effets que produisent les variations de la *chaleur de l'Air*, sur la hauteur du mercure dans des *Baromètres* placés à différentes élévations. . Page 49

CHAPITRE II. Défaut des *Thermomètres* ordinaires pour indiquer le degré de *chaleur* de *l'Air* quand il est échauffé par le *Soleil*. Manière d'en construire qui soient propres à cet usage. 55

CHAPITRE III. Recherche des Loix que suivent les *Dilatations de l'Air*, tant par la *chaleur*, que par la diminution de la pression qu'éxercent ses parties les unes sur les autres dans le sens vertical. Régle générale qui résulte de ces Loix, pour mesurer les *Hauteurs* par les *Baromètre*. 60

PREMIERE tentative pour découvrir l'effet de la *chaleur* sur le *poids* de *l'Air*. 60

SECONDE tentative sur le même objet. Influence des *variations* du *Baromètre* dans les calculs des observations de cet Instrument rélatives à la mesure des *Hauteurs*. 63

Des fondemens de la *Progression Harmonique* des *épaisseurs* des *Couches d'Air* de poids égal; & de son accord avec les *Logarithmes* dans les mêmes calculs. 67

Détails élémentaires sur la *Loi* des *condensations* de l'*Air*. . 71

TROISIEME tentavive pour découvrir l'effet de la *chaleur* sur l'*Air*. Recherches d'une *température* de l'*Air*, dans laquelle les *Logarithmes* des Hauteurs du *Baromètre* donnent immédiatement les *Hauteurs* des lieux en millièmes de *Toise*. 90

QUATRIEME tentative. Exception singulière des observations faites vers le *lever du Soleil*. 92

Effet local de la *chaleur*. 101

CHA-



CHAPITRE IV. Récapitulation des principales conditions requises pour *Mesurer* les *Hauteurs* par le *Baromètre*. 105
CHAPITRE V. Observations du *Baromètre* faites à la Montagne de *Salève*. . . . . Page 108
Explication des *Colonnes* des *Tables* de ces observations. . 109
CHAPITRE VI. Nouvelles applications des *Règles* précédentes. 138
Observations faites au Clocher de *St. Pierre* Cathédrale de GENÉVE. . . . . ibid.
A SUPERGUE, Eglise situé au sommet de la Montagne de TURIN. 140
Au Clocher de St. JEAN Cathédrale de TURIN. . . . 141
Au FANAL de GENES. 143
A la DOLE, Montagne du PAYS-DE-VAUD. 146
Dans les Montagne de SIXT. 150
Hauteur du *Lac* de GENÉVE sur le Niveau de la *Mer*, déterminée par le *Baromètre*. 153
CHAP. VII. Conséquences générales tirées des observations du *Baromètre* faites au niveau de la *Mer*. . . 158
CHAP. VIII. Difficultés qui restent encore à vaincre dans la *Mesure* des *Hauteurs* par le *Baromètre*; & principalement à l'égard d'une détermination exacte des effets de la *Chaleur* sur la densité de l'*Air*. . . 161
CHAP. IX. Essai sur la principale *cause* des *variations du Baromètre* dans un même lieu: son influence sur les observations de cet Instrument rélatives à la *Mesure* des *Hauteurs*. Explication des principaux Phénomènes qui accompagnent ces variations. 169
Preuves de la *Légéreté* des *Vapeurs* rélativement à l'*Air*, 175
Cause principale des *Variations* du *Baromètre*. . . . 190
Explication des Phénomènes qui ont du rapport aux *Variations* du *Baromètre*. 199
Recherches à faire pour perfectionner la *Mesure* des *Hauteurs* par le Baromètre, rélatives à l'effet que les *Vapeurs* produisent sur l'*Air*. 208
CHAPIT. X. Indication de quelques moyens d'éviter dans la *Mesure* des *Hauteurs* par le *Baromètre*, les erreurs que peuvent y introduire les causes examinées dans les CHAPITRES précédens. 210
CHAPIT. XI. Du *Nivellement* des *Routes*, & de la détermination des

Hauteurs des *Villes*, par le *Baromètre*. Exemple de cette espèce de *Mesure*. . . . . . . Page 212

Nivellement de la route de GENEVE à TURIN par des observations successives. 218

De GENEVE à TURIN & à GÊNES par des observations correspondantes avec GENEVE. 219

De GENEVE à MOTIER-TRAVERS & à NEUFCHATEL. . 220

De GENEVE à BERNE. 221

De GENEVE à BEAUCAIRE par le DAUPHINÉ. . . . 222

Nivellement du cours du RHÔNE de GENEVE à la MER. 223

Hauteurs de quelques Montagnes des environs de GENEVE & principalement des lieux les plus connus dans la *Montagne* de SALEVE. 224

Hauteurs de divers lieux sur la route de GENEVE aux *Montagnes* de SIXT & sur ces *Montagnes*. 225

CHAP. XII. Usage du *Niveau* & du *Graphomètre* joints au *Baromètre*, pour mesurer les *Hauteurs*. *Mesure* de celle du MONT-BLANC dans les *Alpes* du FAUCIGNY. 227

CHAP. XIII. Observations du *Baromètre* faites par M. BOUGUER au PEROU, & par M. l'Abbé DE LA CAILLE au CAP DE-BONNE-ESPÉRANCE, qui contribuent à prouver, que les dilatations de l'*Air*, suivent les mêmes Loix, à toute hauteur & dans tous les climats. 231

Application des Règles précédentes, aux observations faites par M. BOUGUER au PEROU. . . . . . *ibid.*

Application des mêmes Règles, à des observations du Baromètre faites par M. l'Abbé DE LA CAILLE au CAP-DE-BONNE-ESPÉRANCE. 239

CINQUIEME PARTIE.

Considérations générales sur l'utilité des expériences du Baromètre.

INTRODUCTION. 243

CHAP. I. Moyen de connoître sûrement la *pesanteur spécifique* actuelle de l'*Air*. . . . . *ibid.*

CHAP. II. Application de la *Mesure* des *Hauteurs* par le *Baromètre*, à la recherche de la hauteur totale de l'*Atmosphère*. Essai sur les *Atmosphères* en général. . 247

CHAP. III. Application des mêmes principes, aux changemens que

que doivent subir les *Réfractions*, par ceux qui arrivent dans l'état de l'*Air*. . . . Page 252
De la portion de l'*Atmosphère* qui détermine la quantité des *Réfractions*. 253
Remarque sur les expériences de M. M. DE LA CAILLE & MAYER. 255
Essai sur les changemens qui doivent être faits aux *Réfractions moyennes*, en conséquence de ceux qui arrivent dans l'état de l'*Air*. 258

RECHERCHES
Sur les *variations* de la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*.
SUPPLEMENT
A l'un des Articles du CHAP. II. de la IIe. PARTIE.
ACCOMPAGNÉES
De la Rélation de quelques Voyages faits pour cet objet dans les Montagnes du FAUCIGNY.

CHAP. I. Occasion de ces nouvelles Recherches sur la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*. 277
CHAP. II. Description des *Instrumens* employés à de nouvelles observations de la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*. . 283
CHAP. III. Remarques sur le degré d'exactitude qu'on peut attendre dans la détermination de la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*. Choix d'un Lieu fort élevé, pour y faire cette observation. 290
CHAP. IV. Rélation de divers voyages aux Montagnes de *Sixt* en *Faucigny*. 293
CHAP. V. Prémières recherches sur la cause de l'accélération des décroissemens de la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*, comparativement aux abaissemens du *Baromètre*. . 333
CHAP. VI. Recherche de la Loi que suivent les *diminutions de la chaleur de l'Eau-bouillante*, quand celle de *la hauteur du Baromètre* sont égales entr'elles. Application de

cette Loi découverte, à la correction du *Thermomètre*. . . . . Page 337

Correction du *point* de la *chaleur de l'Eau-bouillante* sur le Thermomètre. 344

CHAP. VII. Prémière idée des causes physiques de la Loi des *diminutions de la chaleur de l'Eau-bouillante* correspondantes *aux abaissemens du Baromètre*: appuyée sur une prémière expérience. 346

CHAP. VIII. Expériences tentées pour déterminer le degré de *chaleur* nécessaire pour faire *bouillir* l'*Eau*. . . 356

CHAP. IX. Prémières idées de l'effet de l'*Air* & des *Vapeurs* dans l'*Eau* qui s'échauffe, & des causes de l'*Ebullition*. . 364

CHAP. X. Expériences tentées pour déterminer le degré de *chaleur* que reçoit la prémière lame de l'*Eau* qui *bout* étant chargée de poids différens. 371

CHAP. XI. Recherche des Loix que suivent les *acquisitions* & les *pertes* simultanées de *chaleur* que fait l'*Eau* qui *bout* à diverses *hauteurs du Baromètre*. Application de ces Loix, aux observations immédiates de la *chaleur de* l'*Eau-bouillante*, & à quelque autres phénomènes. 398

CHAP. XII. Recherche de la Loix que suivent les changemens de volume du *Mercure*, comparativement aux *variations* correspondantes de la *chaleur*. . . . 406

CHAP. XIII. Application des Règles donnés dans le chapitre précédent, aux observations de la *chaleur de* l'*Eau-bouillante*, faites avec le *Thermomètre de mercure*. . 422

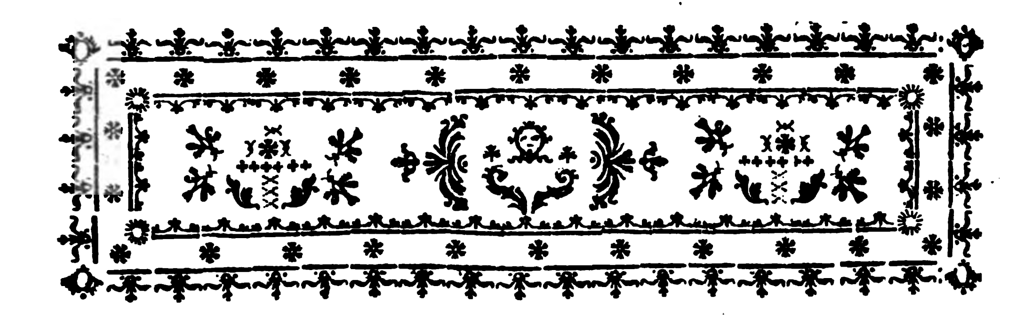
CHAP. XIV. Examen de quelques difficultés qui se présentent, en appliquant aux phénomènes, cette Théorie de la *chaleur* de l'*Eau-bouillante*. 426

CHAP. XV. Examen des objections qu'on pourroit tirer de la nature même des Loix assignées aux Causes dont il a été question dans les CHAP. précédens. Réflexions générales sur ce genre d'objections. . . 431



ERRATA.

Page	66	*Ligne* 25	498,	*lisez*	407
	88	23	6000,	*lisez*	60000
	89	28	80,	*lisez*	83
	148	2	souffroit,	*lisez*	soufflоit.
	149	1	pour	*lisez*	par
	150	3	*Tuninge*	*lisez*	*Taninge.*
	164	17	traittant	*lisez*	traitant.
	184	*dern.*	jugement	*lisez*	un jugement.
	208	9	Recherche	*lisez*	Recherches.
	210	2	Indications	*lisez*	Indication.
	220		NEUFCHATEL . . . 316	*lisez*	216.
	ibid.	*pénult.*	314	*lisez*	214
	226	32	continent	*lisez*	Continent.
	227	24	Fauffigny	*lisez*	Faucigny.
	248	17	. .	*retranchez*	fera.
	259	*dern.*	. .	*retranchez*	connues.
	274	8	observés	*lisez*	observées.
	325	23	avec	*lisez*	avoit.



TROISIEME PARTIE.

PREPARATIFS

POUR DE NOUVELLES EXPERIENCES DU BAROMETRE.

CHAPITRE PREMIER.

Description des Instrumens employés aux Observations qui servent de fondement à cet Ouvrage.

459.  E crois avoir demontré, que les expériences qu'on a faites jusqu'à présent sur le *poids de l'air*, n'ont pû donner des résultats ni exacts, ni uniformes; à cause des défauts des instrumens qu'on y a employés: & que par conséquent aucune des règles qu'on a données jusqu'ici pour connoître la hauteur des lieux par le moyen du Baromètre, ne peut être regardée comme générale: elles ne sont toutes que l'expression de quelques cas particuliers. On le comprendra mieux encore dans la suite de cet ouvrage. Mais puisque le manque de bons instrumens, est la principale cause des erreurs dans lesquelles on est tombé, & qui ont excité une juste défiance chez les Physiciens sur tout ce qui tient à cet objet; je n'aurois aucun droit à leur confiance, si je ne détaillois avec soin les précautions que j'ai prises pour me mettre à l'abri de l'erreur.

Le manque de bons instrumens a été nuisible aux expériences sur le *poids de l'air*.

Nécessité des détails dans les descriptions.

Ceci annonce quelques détails dans la description de mes

 instrumens;

instrumens ; mais j'espère que ces détails ne seront point regardés comme inutiles par ceux que la matière intéresse. Il n'est peut-être rien de plus contraire aux progrès de la bonne Physique, que des expériences indiquées superficiellement. Celui qui veut être exact dans ses descriptions, quitte souvent le cabinet pour rentrer dans l'attélier ; les résultats vagues ne le contentent pas ; il repéte ses expériences ; & se satisfaisant ainsi lui-même, il évite de jetter les autres dans l'erreur ou dans le pyrrhonisme. Je chercherai donc à être exact dans mes descriptions ; au risque de quelques détails superflus : & je commencerai par la description de deux prémiers Baromètres portatifs ; pour faire connoître des proprietés du mercure qui peuvent n'avoir pas été observées.

Prémières tentatives pour contenir le mercure dans le Baromètre.

Description d'un Barom. où le mercure étoit contenu par un ressort.

460 La *Fig.* 1re. de la *Planche* II., représente une boëte d'yvoire, dont la cavité renferme plusieurs pièces. Cette boëte servoit de réservoir à un Baromètre. Une ouverture quarrée, garnie d'une glace, permettoit d'observer la hauteur du mercure : on voit une partie de cette espèce de fenêtre au devant de la boëte ; mais comme son ouverture ne suffit pas pour découvrir l'intèrieur, j'ai supposé que la boëte est coupée d'un côté & par le bas, relativement à cette ouverture.

Le fond de la boëte étoit percé d'un trou rond dans lequel entroit un tuyau d'yvoire : le bout ouvert de la petite branche du tube de verre étoit collée dans ce tuyau, & communiquoit ainsi avec le réservoir. Le couvercle de cette boëte fermoit exactement, à vis : il étoit percé d'un trou par lequel on introduisoit du mercure lorsqu'il étoit nécessaire. On fermoit ce trou avec une cheville d'acier quand le Baromètre n'étoit pas en expérience.

Une petite échelle d'une ligne de largeur, posée sur la glace, servoit à indiquer la hauteur du mercure dans le réservoir. Lorsque le tube étoit rempli pour le transport, on pouvoit ôter l'excédent du mercure, en tirant une cheville placée au bas de la boëte.

L'extrêmité inférieure du tube, coupée bien net, passoit comme

comme je l'ai dit, au travers du petit cylindre d'yvoire, & venoit aboutir précisément à niveau du fond de la boëte. Une soupape d'acier, garnie par dessous d'une peau mince, s'appliquoit exactement sur l'ouverture du tube. Cette soupape étoit pressée par un ressort, fixé dans le haut de la boëte. La résistance occasionnée par le frottement de cette cheville dans son trou, suffisoit pour contenir le ressort. Le côté de la soupape, opposé à la charnière, portoit une espèce de fourchette qui embrassoit une petite cheville fixée dans l'yvoire; ce qui empêchoit la soupape de se mouvoir latéralement; ensorte que le *mamelon* qui se formoit sur la peau comprimée à l'orifice du tube, se présentoit toûjours de la même manière à cet orifice, & servoit comme de bouchon.

Lorsqu'on mettoit le Baromètre en expérience, la soupape étoit ouverte. Quand on vouloit le transporter, on faisoit rentrer le mercure dans le tube en l'inclinant: on tournoit alors la cheville; la soupape s'abaissoit, & le ressort l'appliquoit sur le trou avec assez de force pour contenir le mercure.

461. Cette machine fit d'abord très-bien ses fonctions: mais peu de tems après, le ressort se cassa. J'en substituai un second, un troisiéme & jusqu'à six; qui tous eurent le même sort. J'aurois été plus loin peut-être, pensant toujours que ces accidens provenoient de quelque défectuosité de l'acier; mais heureusement, le dernier ressort fut fait dans un tems où mes occupations ne me permirent pas d'aller en campagne; ce qui fit que le réservoir resta quelque-tems sans mercure. Ce ressort faisoit très-bien ses fonctions, & je croiois avoir atteint mon but; mais dès la prémière fois que je fis usage de la machine, & que pour cet effet je mis du mercure dans la boëte d'yvoire, le ressort se rompit. Je commençai alors à soupçonner que le mercure étoit la cause de ces accidens. Je remarquai que tous mes ressorts étoient rompus à l'un des plis que le mercure couvroit pendant les expériences; j'examinai la fracture du sixiéme, & je vis que le mercure y étoit attaché. Il me paroît donc certain, que les ressorts plongés dans le mercure, ne peuvent y être fortement bandés sans risque de se rompre.

Le mercure rend les ressorts fragiles.

Seconde tentative pour contenir le mercure dans le Baromètre.

Autre machine pour contenir le mercure par un effet semblable à celui du coin.

462. Ne pouvant plus confier aux ressorts la compression de la soupape; il fallut chercher quelqu'autre agent. J'employai pour cet effet la machine représentée par la *Fig.* 2. *Planche* II.; elle est semblable pour l'extérieur, à celle dont je viens de donner la description; la soupape est à peu près de même; seulement elle est plus épaisse, & dans une position différente. Cette soupape tend toûjours à s'ouvrir, par l'effort d'un ressort presque circulaire, monté sur deux longues jambes, & fixé par deux vis aux côtés de la charnière. Ce ressort forme à son extrêmité opposée aux jambes, une espèce d'anse, qui s'abaisse & passe par-dessous la fourchette de la soupape. Je l'ai élevé de cette manière, pour qu'il soit hors du mercure lorsqu'il est bandé; c'est-à-dire, quand le mercure est rentré dans le tube du Baromètre, & que la soupape est fermée.

J'ai substitué à la cheville d'acier, qui élevoit la soupape par le moyen de la chaine (*Fig.* 1.), une autre cheville à peu-près semblable: elle porte à son extrêmité intérieure, une autre pièce d'acier, qui, dans une partie de son contour, est une portion de spirale. La cheville passe au dessus de la soupape, dans une direction qui coupe à angle droit la ligne tirée de la charnière à la fourchette; & le plan de la portion de spirale s'éleve au dessus de cette dernière ligne.

Il est aisé maintenant de voir l'effet de cette machine. Quand elle est dans la situation représentée par la *Figure*, la soupape est fermée. Mais en faisant tourner la cheville dans le sens nécessaire, il se présente successivement au dessus de la soupape, des parties de la courbe, qui se rapprochent du centre: ce qui permet au ressort de soulever la soupape. Cette machine agit donc par une force semblable à celle du *coin*; elle comprime la soupape si fortement, que pour empêcher l'effet de sa réaction, j'ai été obligé de faire passer la cheville dans une pièce quarrée d'yvoire, enchassée solidement dans l'épaisseur de la boëte.

Le mercure

463. Je me suis servi de ce Baromètre pour mes pré-

mières

mières expériences, mais il s'eſt trouvé ſujet à un inconvénient que je n'avois pas eu le tems d'appercevoir dans la première conſtruction: c'eſt que toutes les pièces d'acier ſe couvroient de rouille, pour peu qu'elles ſéjournaſſent dans le mercure (*a*); ce qui le ſaliſſoit tellement, que ſes bords n'étoient plus aſſez décidés, pour juger préciſement de ſa hauteur dans le réſervoir. Je me vis donc obligé, après cette nouvelle épreuve, d'abandonner abſolument tout métal pour contenir le mercure dans le Baromètre. J'ai cru qu'il ne ſeroit pas inutile de rapporter ces deux tentatives; pour épargner de la peine à ceux qui voudroient employer quelque moyen de même eſpèce; ou conſtruire quelqu'autre machine analogue.

fait rouiller l'acier.

Baromètre portatif.

Je me propoſois de paſſer un vernis ſur les pièces de mon ſecond Baromètre, pour eſſaier de les mettre à l'abri de la rouille; lorſque je découvris par mes expériences, que les réſervoirs formoient un obſtacle à l'uniformité de hauteur du mercure. J'abandonnai alors cette conſtruction, pour en chercher une, qui pût convenir à un tuyau ſimplement recourbé. J'ai réuſſi; & ce troiſième Baromètre, avec lequel j'ai fait mes principales expériences, ſubſiſte depuis douze ans, ſans que j'y aie découvert aucun défaut. C'eſt celui que je vais décrire, avec toutes les pièces qui l'accompagnent. Je l'ai repréſenté dans la *Fig.* 3[e]. de la *Planche* II.: toutes ſes parties ſont réduites ſur une *échelle* de 4 lignes pour un pouce; enſorte qu'on pourra connoître leur grandeur naturelle, en triplant les dimenſions de la *figure.*

464. La boëte qui le renferme eſt d'une pièce de *ſapin* dont les fibres ſont ſerrées & droites. J'ai déja eu occaſion de dire, que le *ſapin* eſt celui de tous les bois, ſur lequel la chaleur & l'humidité influent le moins dans le ſens de ſa longueur. La pièce du fond de la boëte, a un pouce d'épaiſſeur; tant pour lui donner de la ſolidité, qu'afin de pouvoir y enchaſſer diverſes pièces. Les cotés ont environ 5 lignes d'é-

De la boëte du *Baromètre portatif.* Elle doit être de *ſapin.*

(*a*) J'ai trouvé la même obſerv. dans un Mém. de M. *Liſter*, dont j'ai fait mention ci-devant (128).

paiſſeur ; ils s'attachent à la pièce du fond par des vis ; afin de pouvoir les ôter quand il eſt néceſſaire. Les pièces qui ferment le haut & le bas ſont de même épaiſſeur, & garnies l'une & l'autre d'un couſſinet de cotton couvert de cuir ; qui ſert à diminuer l'effet des chocs. La porte a 4 lignes d'épaiſſeur : elle tourne ſur trois charnières, & ſe ferme par autant de crochets. Elle ſert, non-ſeulement à renfermer toute la machine, mais encore à l'empêcher de ſe courber par l'humidité & par la chaleur, auxquelles elle eſt ſouvent expoſée.

Au travers du couſſinet ſupérieur, paſſe une boucle deſtinée à ſuſpendre la machine. J'ai fait cette boucle avec une *corde filée* de violoncelle : elle a tout l'avantage du métal pour ne pas s'uſer, mais elle eſt préférable ; parce qu'elle embraſſe mieux le clou, ou tel autre corps auquel on ſuſpend la machine.

Dimenſions des tubes.

465. Le tube qui ſert au Baromètre eſt fait de deux pièces : l'une de 34 pouces, outre la courbure d'en bas ; & l'autre de 8 pouces : elles communiquent l'une à l'autre, au travers d'un *robinet*.

Manière de les fixer à la boëte.

Comme les Baromètres deſtinés à ſervir ſur les montagnes ſont ſujets à beaucoup d'accidens ; il faut prendre bien des précautions pour les conſerver. L'une des principales conſiſte ; à fixer le tube de manière qu'il puiſſe réſiſter aux contrecoups & aux ébranlemens occaſionnés par des chocs preſqu'inévitables. Voici une méthode dont j'ai reconnu l'avantage, par des expériences tant accidentelles que faites à deſſein.

Je fais à la planche du fond de la boëte, une rainure, dont la largeur eſt telle, que le tube y entre juſte étant enveloppé d'un papier fort ; & dont la profondeur eſt à peu près égale à la largeur. Cette rainure doit être faite avec un *bouvet*, afin que ſes bords étant droits & tranchans, les diviſions puiſſent s'appliquer exactement au tube.

Le fond de la boëte eſt couvert d'un beau papier, ſur lequel on trace les diviſions. Ce papier, qui doit être fort, eſt auſſi deſtiné à ſoutenir le tube. Pour cet effet, après avoir enduit de colle le côté du papier qui doit s'appliquer au bois ; il faut

faut l'y étendre, & le rendre adhèrent ſur toute l'étendue du plus grand côté du fond de la boëte. Il convient de l'appliquer auſſi, mais plus légèrement, de l'autre côté; afin qu'il puiſſe céder en gliſſant ſur le bois. Il faut alors poſer le tube ſur la rainure, & l'enfoncer préciſément à moitié: ſi l'on paſſoit au-delà, les diviſions ne s'appliqueroient plus au tube. En le preſſant de cette manière, il entraîne le papier avec lui dans la rainure, & il s'y moule exactement. Pour retenir le tube dans cette rainure, je me ſers de fil de cuivre rouge, recouvert de ſoye, dont je tors fortement les bouts; ce que ſa ſoupleſſe permet, ſans riſque pour le verre.

L'avantage de cette précaution conſiſte en ce que, ſi la boëte tombe ſur ſon fond, toutes les parties du tube preſſent également le papier; & par ce moyen leur mouvement étant arrêté dans le même tems, elles ne tendent point à ſe ſéparer. Le papier arrête auſſi le frémiſſement du verre dans les chûtes en avant; & comme les liens de fil de cuivre ſont à peu de diſtance les uns des autres, il faudroit un choc bien violent pour que le tube pût ſe rompre.

Deſcription d'un Robinet *pour le* Baromètre portatif.

466. Le Baromètre, comme je l'ai dit, eſt compoſé de deux tubes, qui communiquent l'un à l'autre, par le moyen d'un *robinet*. J'ai ſubſtitué cette pièce à celles que repréſentent les *Fig.* 1 & 2, qui ſervoient à contenir le mercure dans le Baromètre quand on vouloit le tranſporter.

Difficultés dans la conſtruction d'un robinet pour contenir le mercure.

Je crus d'abord qu'un ſimple *robinet* d'yvoire, bien exécuté, ſuffiroit pour empêcher la ſortie du mercure; & ne voulant rien négliger pour l'avoir auſſi parfait qu'il étoit poſſible, j'en donnai la commiſſion à un très-habile tourneur de Paris. Il me fit payer bien chèrement deux de ces pièces, où l'on ne pouvoit rien deſirer pour la perfection du travail; & cependant elles laiſſoient échapper le mercure aux moindres ſecouſſes que recevoit le Baromètre.

467. Je compris par-là qu'il falloit que la pièce intérieure du *robinet*, fût de quelque matière compreſſible, qui pût ſe prêter

La *clef* de ce robinet doit être de liége.

prêter à toutes les inégalités du trou. Le liége me parut propre à cet usage : je dirai bientôt comment je vins à bout de le façonner.

Et les autres pièces d'yvoire

On voit dans la *Fig.* 4, le *robinet* en partie démonté, & de grandeur naturelle. Il est composé de deux petits cylindres d'yvoire *a*, *b*, percés dans leur longueur d'un trou, dont le diamètre doit être tel, que le tube y passe avec facilité; & d'une pièce d'yvoire quarrée *c*, qu'on voit ici de côté, & en face dans la *Fig.* 3. Cette pièce a 13 lignes de longueur, & autant de largeur, sur 9 lignes d'épaisseur. Elle est percée de deux trous : l'un est au milieu de la face quarrée, & traverse la pièce dans son épaisseur; il a 8 lignes de diamètre, & il est destiné à recevoir la *clef f*, *d*, *e* : l'autre traverse la pièce dans sa longueur; son diamètre doit être égal au diamètre intérieur du tube : on a réservé sur la pièce d'yvoire même, à chaque extrêmité de ce trou, des tuyaux de 3 lignes de longueur, qui doivent entrer fort juste dans les trous des petits cylindres dont j'ai parlé : on voit ces petits tuyaux en *h* & *i* dans la *Fig.*, vis-à-vis des trous cylindriques qui doivent les recevoir.

La pièce la plus essentielle du *robinet*, est la *clef*; c'est-à-dire, la pièce qui sert, en la tournant, à ouvrir & fermer la communication entre les deux tuyaux de verre. Cette *clef* est composée de *liége* & d'*yvoire* : le *liége* entre dans le grand trou de la pièce *c*, qu'il dépasse en *f* : la pièce *d*, *e*, qui est d'*yvoire*, est colée avec le *liége*; elle sert à faire tourner la *clef* : on la voit de côté dans la *Fig.* 4; elle est en face dans la *Fig.* 3. Pour faire cette *clef*, je pris du meilleur *liége* que je pus trouver; c'est-à-dire, du plus compacte, sans fistules ni durillons. Je le traversai dans sa longueur d'un *arbre* d'acier à pans; je le tournai sur cet *arbre*, me servant d'abord pour l'ébaucher d'un outil très-affilé, que je présentois obliquement au *liége*. Lorsque je l'eus réduit à la grosseur convenable, je pris une lime neuve, fort douce, & d'environ un pouce de largeur; je la tins appuyée sur le support du *tour*; & à chaque coup d'*archet*, je la faisois baisser, pour qu'elle touchât le *liége*. Par ce moyen, & avec de la patience, je parvins à le tourner droit, rond & poli, comme le

Manière de tourner le liége

le bois le plus doux. Je laissai son diamètre d'une ligne plus grand que celui du trou dans lequel il devoit entrer.

Je fis ensuite la pièce d'*yvoire*, ou la *tête* de la *clef*. On voit sa forme dans les deux figures. Je creusai sa partie cylindrique *d* (*Fig.* 4), de quatre lignes de profondeur, & d'une largeur telle, que le cylindre de *liége* y pût entrer avec force.

Inconvénient produit par la trop grande flexibilité du liége.

La flexibilité du liége, absolument nécessaire à divers égards, produit cependant un inconvénient. J'ai dit que le diamètre du cylindre de liége est d'une ligne plus grand que celui du trou qui doit le recevoir : cela est nécessaire pour qu'il soit fortement comprimé. Mais il en résulte que le mouvement ne se transmet pas également d'un bout du cylindre de *liége*, à l'autre bout, quand on fait tourner la *clef*. La prémière lame circulaire du *liège*, qui communique immédiatement avec l'*yvoire*, cède à l'effort de celui-ci ; mais la seconde lame, ne cède pas entiérement à la prémière, à cause de leur flexibilité ; elle reste donc un peu en arrière : la troisième en fait autant, & ainsi de suite ; tellement que le cylindre de *liège* se tord un peu.

Moyen d'y rémédier.

J'ai remédié à ce défaut, par le moyen d'une lame d'acier mince & plane, que j'ai introduite dans le cylindre de *liège*, dans le sens de sa longueur, en partant de la pièce d'yvoire *d*, *e* ; & jusqu'au trou de la *clef*. Cette lame a 6 lig. de largeur, & 7 de longueur. Je fendis le *liège* avec un instrument tranchant & mince, en observant de ne pas l'ouvrir latéralement ; mais seulement de la largeur de la lame, que je rendis un peu plus mince par le bout qui devoit entrer le prémier. Avant de l'enfoncer dans cette fente du *liège*, je la chauffai, & je l'enduisis de colle de poisson, pour que le tout fut mieux lié.

Réunion des pièces de la *clef*.

Ces pièces étant préparées, je savonnai le cylindre de *liège*, pour diminuer son frottement, & je le fis entrer dans la pièce *c*, en le laissant déborder d'environ 4 lig. Je garnis de colle de poisson cet excèdent ; & je le fis entrer dans la cavité cylindrique de la pièce *d*, *e*, en appuyant fortement, pour que le bord circulaire de la pièce *d*, portât exactement sur la pièce *c*. Quand la colle fut séche, je pus

 faire

faire tourner la *clef*, & la retirer, comme si elle eût été d'une seule pièce.

Du canal de la *clef*.

Il s'agissoit alors d'avoir un trou bien net au travers du *liège*, afin que le mercure pût y passer librement. Pour cet effet, je mis la *clef* à sa place, en tournant sa *tête* dans le sens où la représentent les *Fig*. 3 & 4. Introduisant ensuite une pointe d'acier dans les petits tubes saillans de la pièce *c*, je traçai sur le *liège* la forme de leur trou. Cette opération faite, je retirai la *clef*; & suivant exactement les traces de la pointe d'acier, je perçai le *liège*, d'abord avec un foret, & ensuite avec une lime ronde. Mais ce canal, quoiqu'assez net, n'avoit pas un poli suffisant pour fournir un passage libre au mercure; & d'ailleurs il se tordoit & se rétrécissoit, quand le *liège* étoit comprimé dans sa place.

Il est fait d'un tuyau de plume d'oye.

Pour donner à ce canal le poli nécessaire; j'y introduisis un bout de plume d'oye, dont le diamètre intèrieur étoit égal à celui de mes tubes de verre, & par conséquent à celui des petits tuyaux *h*, *i*. Je préférerois un tuyau d'yvoire fort mince, quoique celui de plume ait bien rempli mon but.

Avantage du liège pour un robinet de cette espèce.

468. Le *robinet*, construit de la manière que j'ai décrite, a fait ses fonctions dès la prémière fois, aussi-bien que je pouvois le désirer; & il existe encore après douze années de service. Le *liège*, comprimé dans le canal d'yvoire, le remplit exactement. On voit combien il est pressé, par le bourrelet qu'il forme au-delà du trou du côté opposé à la *tête* (*Fig*. 4): & malgré cette compression, son mouvement est plus doux que s'il étoit d'yvoire.

Le *liège* a sur l'yvoire, pour l'usage dont il s'agit, d'autres avantages essentiels. D'abord, comme sa compression surpasse de beaucoup l'influence de l'humidité & de la sécheresse, il n'est jamais sensiblement plus gêné ni plus libre; parce qu'il tend toûjours à se dilater. Secondement, quand le robinet est fermé, & que la colonne de mercure appuye contre le *liège*; l'élasticité de celui-ci diminuë beaucoup l'effet des secousses. Enfin il résiste suffisamment, pour empêcher la sortie du mercure dans l'agitation occasionnée par le transport; & cependant il lui fournit une issuë par sa flexibilité, quand la chaleur

leur le dilate ; ce qui est nécessaire pour prévenir des accidens.

469. Il est essentiel que le canal de plume corresponde parfaitement avec les tubes, quand le Baromètre est en expérience. J'ai mis pour cet effet une petite cheville d'acier, à côté de la *tête* du *robinet*, sur sa partie cylindrique (*Fig.* 3); & quand on le fait tourner, cette cheville l'arrête en deux points éloignés l'un de l'autre d'un quart de révolution. L'un de ces points place le canal de plume dans la direction où il doit être, pour que le mercure se meuve librement : la petite cheville d'acier s'arrête alors contre l'une des quatre vis placées aux angles de la pièce quarrée, & qui servent à l'arrêter sur le fond de la boëte; comme on le voit dans la *Fig.* 3 : cette vis est celle de la droite en bas, dont la tête est pour cet effet plus élevée que celle des autres : la cheville dont je parle, paroît foiblement dans la *Figure*, tout auprès de cette vis. Le quart de révolution opposé, qui ferme le *robinet*, est déterminé par une autre cheville, plantée dans le haut de la pièce quarrée, à côté de la vis qui est à droite.

Etendue du mouvement de la *clef*.

470. Avant de coller ensemble, & avec le tube, les pièces qui composent le *robinet*; il faut préparer sa place dans le fond de la boëte. Cette opération demande quelque soin. La *pièce quarrée* doit entrer juste dans le bois ; afin qu'en tournant la *clef* du *robinet*, il ne soit pas ébranlé. Elle doit porter exactement dans le fond de sa loge; afin qu'en serrant les vis, elle ne se dérange point : & quand elle est fixée, il faut que les tuyaux de verre reposent sur le papier qui est dans leur rainure. Toutes ces conditions sont nécessaires, afin que la machine soit solide, sans que le verre soit gêné ; autrement il risqueroit de se rompre.

De la place du robinet dans la boëte.

471. Le robinet est la plus saillante de toutes les pièces renfermées dans la boëte : c'est lui par conséquent qui en détermine la profondeur : pour la diminuer autant qu'il est possible, j'ai creusé la porte, vis-à-vis de cette pièce : au moyen de quoi, la profondeur intérieure de la boëte est réduite à un pouce.

Profondeur de la boëte.

472. Lorsque tout est ainsi préparé, il faut charger le

Il faut faire

bouillir le mercure dans le tube.

tube (*a*). J'ai décrit dans le Chapitre précédent, l'opération par laquelle on en chasse l'air par le feu (356): j'ai dit aussi, en traitant du Thermomètre, comment on peut connoître si le mercure est bien pur (457 *c.*).

De la jonction du robinet avec les deux tubes du Baromètre.

Il faut garnir les tubes par le bout qui doit entrer dans le robinet.

473. Je viens maintenant à la réunion de toutes les pièces qui doivent faire, des deux tubes & du *robinet*, un canal continu. J'ai dit précédemment, que ces tubes doivent entrer avec un peu de liberté, dans les cylindres d'yvoire, *a* & *b* (*Fig.* 4); c'est parce que n'étant jamais assez ronds pour remplir parfaitement le trou, il faut y suppléer en les garnissant. J'employe pour cela une bandelette de la membrane dont se servent les *Batteurs-d'or* (*b*); j'en enveloppe le bout du tube, aprés l'avoir enduite de colle de poisson.

La membrane dont se servent les *Batteurs-d'or*, est propre à cet usage.

Usage de la colle de poisson.

474. La réunion des pièces du robinet, demande un peu de célérité, pour qu'on ait le tems de les ranger comme il faut, avant que la colle soit séche. J'emploie la colle de poisson, parce qu'elle s'attache mieux au verre qu'aucune autre. Il faut avoir soin de l'entretenir fluide, sur un feu modéré; en faisant attention qu'il ne s'y forme point de bulles d'air; parce qu'elles prépareroient des routes au mercure, qui s'échapperoit en perçant

(*a*) Si l'on pouvoit se promettre d'avoir assez d'attention pour conserver le tube dans l'état où il est, après l'opération du feu; c, a, d, sans laisser sortir du mercure, ni entrer de l'air, pendant qu'on prépare toutes les pièces que je viens de décrire; cela vaudroit mieux que d'attendre à le charger, lorsque tout est prêt; parce que le tube est toujours exposé à quelque risque, lorsqu'on fait bouillir le mercure: & s'il venoit à se rompre, quand tout est ajusté, en conséquence de ses dimentions, il y auroit bien du travail perdu, à moins qu'on n'en trouvât un semblable.

(*b*) Cette membrane est faite avec la pellicule qui tapisse intérieurement le *rectum* des bœufs. On la prépare en l'étendant en plusieurs couches sur un petit chassis de bois, pendant qu'elle est fraiche. Ces couches qu'on pose successivement les uns sur les autres, s'attachent tellement par leur viscosité, qu'elles semblent avoir été toujours réunies. Lorsque cette membrane est fraiche ou ramollie, elle s'attache sans aucun enduit au verre & à toute autre matière. Il convient de savoir préparer cette membrane, si l'on est dans le cas de s'en servir; parce que les *Batteurs-d'or* n'en ont presque jamais dont ils puissent disposer: ils en préparent une certaine quantité à la fois, dont ils forment une sorte de livre, entre les feuilles duquel l'or s'étend sous le marteau.

çant leur enveloppe. Il faut auſſi que la colle ſoit fort épaiſſe ; afin qu'en ſéchant, ſon volume diminue le moins qu'il eſt poſſible. Pour n'être pas obligé de penſer à trop de choſes en même-tems, il convient d'ajuſter ſéparement les deux tubes ; je parlerai d'abord de ce qui concerne le plus long.

Réunion du grand tube avec le robinet.

475. Je fais un peu chauffer le petit tuyau *h*, de la pièce d'yvoire *c*, *Fig.* 4 ; l'extrêmité du grand tube de verre, qui eſt garnie de peau, dont on voit une qartie en *g* ; & le petit cylindre d'yvoire *b*, dans lequel le tube de verre doit entrer. Cette chaleur produit deux bons effets ; elle dilate & écarte la couche d'air qui tapiſſe ces pièces, & la colle s'y attache mieux ; elle entretient auſſi la fluidité de cette colle pendant qu'on range les pièces. Quand elles ſont ſuffiſamment chaudes ; je mets de la colle, auſſi promptement qu'il m'eſt poſſible, autour & ſur la coupe du tuyau d'yvoire *h*, & du tube *g*, & dans le trou du cylindre *b*, qui doit les réunir : je fais entrer le tuyau d'yvoire par l'un des bouts du cylindre, & je les fais joindre exactement : j'introduis enſuite le tube de verre par l'autre bout du cylindre, de manière que ce tube touche au tuyau d'yvoire ; & tandis que la colle eſt encore fluide, je mets le *robinet* dans ſa place (*Fig.* 3), en tournant le tube, ou le cylindre, juſqu'à ce que, les vis qui tiennent le *robinet* étant ſerrées, le tube porte ſur le papier dans ſa rainure ; & je laiſſe ſécher le tout dans cet état.

Précaution pour remédier au défaut de la colle.

476. Malgré toutes ces précautions, il eſt poſſible qu'avec le tems, le mercure parvienne à s'ouvrir quelqu'iſſuë au travers de la colle : c'eſt ce qui m'eſt arrivé au bout de pluſieurs années. Voici comment j'y remédiai. Je pris d'abord une ſoie ordinaire ; & après l'avoir enduite de colle de poiſſon, j'en mis deux tours ſur le tube, preſſés contre le robinet, & fortement ſerrés, de la même manière dont on fait les étranglemens dans les *artifices* ; c'eſt-à-dire, que ces deux tours de ſoie, par leur arrangement, forment ce qu'on appelle le *nœud de l'Artificier*. Je mis enſuite de la même manière deux autres tours d'un cordonnet mince de ſoie ; & enfin deux tours d'un cordonnet plus gros. Le cordonnet mince ſert à remplir le petit triangle vuide, que laiſſeroit la rondeur du gros cordonnet dans l'angle que forment entr'eux l'yvoire &

le verre ; la ſoie fait le même office pour le cordonnet mince : le tout enſemble forme un maſſif de colle & de ſoie impénétrable au mercure.

Moyen d'entretenir la colle fluide pendant qu'on range les pièces.

La plus grande difficulté que je rencontrai pour employer ce moyen, c'eſt que pendant toutes les opérations qu'il exige, la colle ſe réfroidiſſoit & ſe détachoit de la ſoie & de l'yvoire. Cela me fit penſer à un moyen que j'ai employé depuis très-utilement en diverſes occaſions. Je fis chauffer le bout courbé d'un chalumeau de cuivre, & je ſoufflai ſur mon enduit avec ce chalumeau : la colle ſe refondit entiérement ; elle pénétra & enveloppa toutes les ſoies : elle s'appliqua intimément au verre & à l'yvoire, tellement qu'après qu'elle fut réfroidie, elle parut comme un vernis, & le mercure n'a pu la pénétrer. On peut donc, avec un chalumeau échauffé, entretenir liquide la colle de poiſſon, quoiqu'elle ait quitté le feu ; & réuſſir aiſément, par ce moyen à des opérations, qui, ſans cela ſeroient très-difficiles.

Réunion du petit tube au robinet.

477. L'effort du mercure dans le Baromètre, ne ſe faiſant que de bas en haut au deſſous du robinet ; c'eſt-à-dire, de *g* vers *b* (*Fig.* 3) ; il n'eſt pas néceſſaire de prendre autant de précautions pour coller le robinet avec le tube de verre qui eſt au deſſus. Ainſi je n'ai pas collé le cylindre d'yvoire *a*, avec la pièce *c* (*Fig.* 4) ; je me ſuis contenté de coller ce cylindre avec le tube de verre, en ajuſtant ces trois pièces de manière que le tube de verre touche le petit tuyau *i* de la pièce *c*, quand le cylindre *a* appuye contre elle. Je mets une rondelle de peau mince, entre cette pièce & le cylindre, qui ſe trouve fortement comprimée quand le *robinet* eſt dans ſa place ; pour que le mercure ne puiſſe ſe faire jour par-là, quand il s'élève beaucoup dans la petite branche ; comme il arrive ſur les hautes montagnes. Il eſt néceſſaire de pouvoir ſéparer ce petit tube, comme on le verra dans la ſuite.

Précautions à prendre quand on coupe des tubes.

478. Si les tubes de verre ne s'appliquoient pas exactement au robinet par leur extrêmité, il y reſteroit de l'air qui nuiroit au Baromètre. Il faut donc néceſſairement, que ces tubes ſoient coupés bien plats. On y réuſſit quelquefois en

en les rompant, après les avoir entaillés tout le tour avec l'angle d'une lime, pour déterminer le lieu de la fracture; & l'on remédie aux inégalités avec une lime douce, ou sur la roue d'un lapidaire. Il faut aussi, sur-tout dans ce dernier cas, les passer à la flamme d'une lampe d'émailleur, pour souder ensemble les parties, qui, par des félures imperceptibles, tendent à se désunir. Sans cette précaution, on risqueroit de fendre les tubes, en les faisant entrer avec force dans les pièces d'yvoire. C'est ce qui m'est arrivé; & je ferai une petite digression à ce sujet, qui ne sera pas inutile à ceux qui emploient des tuyaux de verre.

Quand j'aurai parlé des soins qu'il faut prendre pour assortir les deux tubes du Baromètre, on sentira combien un petit tuyau de verre peut devenir précieux, lorsqu'il est destiné à certain usage, & que ses dimensions influent sur le tout dont il fait partie. Un tube de cette espèce se fendit, en l'introduisant dans un des cylindres d'yvoire, & j'eus le plaisir de le sauver: voici comment j'y parvins.

479. On sait que le verre qui a commencé à se fêler, continue quand on l'expose à la chaleur. C'est sans doute, en grande partie, parce que le fluide élastique qui s'introduit dans ces fentes, étant dilaté par la chaleur, pousse avec plus de force les parois qui le renferment, & agit comme un coin pour fendre le verre de plus en plus. Je pensai donc, que si je pouvois dilater ce fluide assez lentement pour qu'il sortit sans effort; les surfaces se rapprocheroient, au lieu de s'écarter.

Moyen de souder les tubes fêlés.

Je tentai ce moyen, en présentant d'abord mon tube à la flamme d'une lampe, à la distance d'un pouce: je l'approchai ensuite peu à peu, & je demeurai sept à huit minutes à lui faire parcourir cet espace. La fente s'acourcit à mesure que j'approchois; tellement que lorsqu'elle fut prête à entrer dans la flamme, elle disparut entiérement. Les surfaces étoient alors entiérement rapprochées. Curieux de voir si l'adhérence s'étoit rétablie, j'éloignai le tube de la flamme avec lenteur, & je vis la fente partir du bord & se prolonger, en suivant les mêmes contours qu'elle avoit auparavant. Je ne lui donnai pas le tems de continuer sa route; je rapprochai le tube, elle

elle retrograda, & diſparut à l'attouchement de la flamme: j'y plongeai le tube; & après l'y avoir laiſſé quelque tems, je pouſſai la flamme avec un chalumeau contre le verre, juſqu'à ce qu'il fut rouge. Je retirai alors le tube fort lentement: il ſe réfroidit peu à peu, & les parois de la fente s'étant ſoudées pendant qu'il étoit rouge, elle ne reparut plus.

Le tube dont je parle eſt celui qu'on voit repréſenté dans la *Fig.* 3, au deſſus du robinet; il m'étoit important de le conſerver, parce qu'il avoit les dimenſions requiſes, dont je vais parler maintenant.

Du choix des Tubes pour ce Baromètre.

Il faudroit que les tubes des Baromètres fuſſent parfaitement cylindriques.

Cependant on peut ſuppléer à de petites inégalités.

480. J'ai expoſé ci-devant les raiſons d'employer pour le Baromètre, des tubes de diamètre égal, & ſimplement recourbés (384); mais de tels tubes ſont très-rares. Il falloit donc trouver quelque moyen d'obvier à l'effet de leur inégalité. Celui que j'ai employé conſiſte, à faire enſorte que lorſque le Baromètre eſt chargé, les deux extrêmités de la colonne de mercure ſe trouvent toûjours dans des portions du tube dont les diamètres ſoyent égaux.

La jonction des deux branches du Baromètre par le robinet, fournit un moyen aiſé de les aſſortir convenablement: voici comment on peut les comparer.

Il faut d'abord connoître la forme de la partie ſupérieure du grand tube. Pour cet effet, on y introduira un petit bouchon de liège, par le moyen d'un fil auquel il ſera attaché, & qui ſervira à le faire gliſſer dans le tube. On arrêtera le bouchant, autant au deſſous du ſommet du tube encore ouvert, qu'on ſuppoſera que le mercure pourra s'abbaiſſer en obſervant: 7 à 8 pouces ſuffiſent dans ces Baromètres, où l'on n'apperçoit que la moitié de la variation dans chaque *branche*. On verſera par le ſommet pluſieurs portions de mercure de poids égal & connu, capables d'occuper entr'elles cet eſpace. Si chaque portion introduite ſéparément, occupe la même étenduë; le tube ſera cylindrique. Il faudra donc pour la petite branche, un tube cylindrique de même diamètre. Si les différences ſont petites; le tube pourra

pourra ſervir : mais il faudra prendre note de ces différences, afin de choiſir pour la *petite branche*, un tube où les mêmes quantités de mercure, introduites ſucceſſivement, occupent les mêmes longueurs. Le bouchon mobile, ſervira à calibrer ſucceſſivement des portions de longs tubes, qu'on aura crû propres à fournir celui qu'on cherche.

Si les deux tubes ſont cylindriques, la poſition du petit ſera indifférente. Mais s'il y a des inégalités ; ſi, par exemple, le diamètre du grand tube va en augmentant de bas en haut ; il faut mettre en bas le côté du petit tube qui a le plus grand diamètre : & réciproquement.

Le tube de mon Baromètre approche beaucoup d'être cylindrique ; cependant je n'ai pas négligé ce moyen pour obtenir que les diamètres *correſpondans* dans les deux *branches*, fuſſent abſolument égaux. On peut ſe ſervir de la même méthode pour des Baromètres où il ne ſera pas beſoin de *robinet* ; en ſoudant enſemble les deux tubes choiſis, & en faiſant la courbure au point convenable.

Uſage du Robinet.

481. Quoique la deſcription ſeule du *robinet*, indique ſon uſage ; je dois dire un mot de la manière de s'en ſervir. On conçoit bien que pour empêcher que le mercure ne balotte, quand le *robinet* eſt fermé ; il faut que le grand tube ſoit exactement rempli. Pour cet effet, il faut tenir le Baromètre incliné pendant qu'on le ferme. En tournant la *clef* du *robinet*, on doit ſe ſouvenir que ſa partie intérieure eſt de *liège*. Il ne faut donc jamais tourner cette pièce bruſquement ; mais toûjours avec précaution, & en appuyant un peu, comme pour l'enfoncer. Lorſque je veux mettre le Baromètre en expérience ; je le place d'abord ſolidement & à plomb, avant de libérer le mercure ; pour prévenir les accidens qu'une inadvertence pourroit occaſionner. Je tourne enſuite fort lentement la *clef* du *robinet*, particuliérement ſur les montagnes ; afin que le mercure ne balance point en s'abaiſſant bruſquement dans le grand tube : ce qu'il faut toûjours

Il faut tenir le Bar. incliné quand on ferme le robinet.

Et l'ouvrir lentement.

jours éviter, par la raison que j'en ai donnée ci-devant (402).

Il faut donner peu d'étenduë à la partie du tube qui doit être vuide d'air.

Quand le mercure s'approche trop du sommet, il est soulevé.

482. J'ai éprouvé que dans les Baromètres purgés d'air par le feu, le mercure peut s'approcher jusqu'à un tiers de pouce du sommet, sans qu'ils perdent de leur régularité. Ce n'est qu'à une plus grande proximité, qu'on apperçoit quelque changement: le mercure semble attiré vers le haut, & la colonne s'allonge. J'attribuë ce phénomène, à l'inclinaison des parois du tube, qui ont été réunies pour le scèler (378): il n'a pas lieu tant que le mercure reste dans la partie cylindrique. Il n'y a donc aucun inconvénient à laisser peu d'espace au dessus de la plus grande hauteur où peut atteindre le mercure, comme je l'ai fait dans mon Baromètre (*Fig.* 3): & l'on y trouve au contraire deux avantages: l'un, de rendre la machine aussi courte qu'il est possible; l'autre, de diminuer l'espace que doit parcourir le mercure, lorsqu'on observe dans des lieux élevés; ce qui contribuë à maintenir le Baromètre dans son prémier état (403).

Description de quelques autres parties du Baromètre.

Entonnoir à l'extrêmité du petit tube.

483. On voit au haut du petit tube qui est joint au robinet, une machine d'yvoire en forme de cruche: elle est composée de deux pièces, dont l'une est collée au tube; & l'autre, qui porte un petit goulot, sert de couvercle, & s'emboîte sur la prémière. Le point de jonction de ces deux pièces est marqué dans la *Figure* par un trait, à niveau de la *tête* d'un petit bouchon d'yvoire qui pend à côté; il sert à fermer le trou du goulot. Voici l'usage de cette pièce.

Il sert lorsqu'on ôte & remet du mercure.

La dilatation du mercure par la chaleur, fait qu'il en sort par le *robinet*; il faut le remplacer. D'ailleurs, comme il est très-essentiel que la surface du mercure soit bien nette, pour qu'on puisse juger exactement de sa hauteur; j'en mets toûjours un peu de nouveau, lorsque je veux faire quelque observation. J'en porte donc dans une petite bouteille; & au moment où je veux observer, j'en introduis dans le tube par le goulot de la pièce d'yvoire, au travers d'un entonnoir ou cornet

cornet de papier, dont je fais le trou fort petit, pour qu'il retienne les saletés du mercure. Quand le Baromètre est fermé, je ne laisse point de mercure au dessus du robinet; parce qu'il saliroit le petit tube, dans l'agitation que lui occasionne la marche. Ainsi je vuide l'excédent dans ma bouteille, par le goulot, en renversant le Baromètre.

484. Outre cette précaution, nécessaire pour maintenir propre le petit tube du Baromètre; il faut de tems en tems le nettoyer (386). Je me sers pour cela d'une petite brosse, qu'on voit représentée de grosseur naturelle dans la *Fig.* 5 : quant à la longeur, on la proportionne à celle du tube. C'est un fil de fer, qui porte un morceau d'éponge fine, dans un pli serré fortement. Il faut que le fil de fer soit *recuit* en cet endroit, pour qu'on puisse le presser suffisamment, sans qu'il fasse ressort, ou qu'il se rompe. L'autre extrêmité est courbée en forme d'anneau; elle sert à faire tourner la brosse plus aisément. L'embouchure du tube doit être un peu évasée, ou recouverte par l'yvoire; afin que l'éponge y entre aisément, quoique un peu comprimée. Je fais aller & venir cette brosse dans le tube, jusqu'à ce qu'elle soit chargée de toutes les saletés qui le tapissent. Elles entrent dans les pores de l'éponge, dont elles sortent, en la secouant, après l'avoir retirée du tube. Par ce moyen, le mercure est toûjours aussi net à l'extrêmité de cette colonne, quoiqu'elle communique avec l'air, qu'il l'est dans le vuide au haut de la grande colonne. **Brosse pour nettoyer le petit tube.**

Pour éviter l'embarras & le risque qu'il y auroit à tirer le Baromètre de sa monture, lorsque je veux le nettoyer; j'ai fait une ouverture de onze pouces de longueur dans le fond de la boëte, au dessus du petit tube; elle est fermée pour l'ordinaire par une porte *c*, *d*, qui tourne sur deux charnières. C'est sur cette porte qu'est fixé un petit Thermomètre, dont je parlerai ci-après; elle est entr'ouverte dans la *Figure*. J'ôte le Thermomètre pour ouvrir entiérement la porte, lorsque je veux nettoyer le petit tube du Baromètre: & quand elle est fermée, je la retiens par un petit crochet appliqué en *e*, au côté de la boëte. **Ouverture dans le fond de la boëte qui se ferme par une petite porte.**

Echelle du Baromètre.

Raiſon de la forme donnée à l'échelle du Baromètre.

485. Je viens à préſent à la meſure de mon Baromètre. La conſtruction de ſon échelle eſt fondée, ſur ce qu'il eſt toûjours plus aiſé d'additionner que de ſouſtraire ; & particuliérement lorſque les quantités ſont accompagnées de fractions. J'ai d'abord marqué le long du grand tube, & avec la meſure dont j'ai parlé (396), l'eſpace de 27 pouces, compris entre le point marqué 20 dans le haut du tube, & celui qui correſpond à 7 vers le bas. J'ai diviſé cet eſpace en 27 parties qui ſont des pouces ; & j'ai tiré ſur la 7me. en montant, une ligne horiſontale qui eſt marquée *zéro*. C'eſt-à-dire, que ſi l'on étoit ſur une montagne aſſez élevée, pour que le mercure remontât dans la *petite branche* juſqu'à ce point ; la hauteur de la colonne ſoutenuë par le poids de l'atmoſphère, ſeroit indiquée ſimplement par les diviſions qui ſont au deſſus de la ligne *zéro*. Mais à meſure qu'on deſcend, & que le mercure s'élevant dans la *grande branche*, s'abaiſſe dans la *petite* ; il faut ajouter à la hauteur indiquée par l'extrêmité ſupérieure de la colonne, la quantité dont la partie inférieure s'eſt abaiſſée au deſſous de *zéro*.

Manière de l'employer.

Ainſi, la hauteur du Baromètre, ou la diſtance verticale des deux ſurfaces du mercure, ſe meſure depuis *zéro* en deux portions ; dont l'une va en montant, dans la *grande branche* ; & l'autre en deſcendant, dans la *petite*. C'eſt dans cet ordre que les chiffres ſont placés. Par exemple : ſi l'on veut ſavoir la hauteur du mercure, telle qu'elle eſt repréſentée dans la *Figure* 3 ; il faudra dire :

Le mercure eſt dans la *grande branche*, à . .	20 *pouces*
Il eſt dans la *petite*, à	7
Donc la hauteur totale eſt	27 *pouces.*

Il en eſt de même pour tous les nombres entiers & pour les fractions.

Il faut vérifier les obſervations.

486. Voici une attention qu'on doit avoir en obſervant les Baromètres de cette eſpèce. Il peut arriver qu'un robinet qui

qui contient le mercure quand il eſt fermé, en laiſſe échapper quelques peu lorſqu'on l'ouvre ſur les hautes montagnes ; parce qu'il s'élève alors dans la petite branche une longue colonne de mercure, dont le poids agit contre le robinet; & la colonne peut diminuer par-là, dans l'intervalle de tems qu'on met à obſerver ſes deux extrêmités. Il convient donc de faire une ſeconde obſervation après avoir noté la prémière. Si les deux obſervations ſe rapportent, c'eſt une preuve que tout èſt en règle. Il n'eſt pas inutile même dans tous les cas, de vérifier la prémière obſervation; c'eſt un moyen de prévenir les erreurs que l'inattention peut produire.

Les parties de l'échelle, auprès deſquelles le mercure ſe meut; ſont diviſées en *lignes* par des traits de couleur noire, & ſubdiviſées en *quarts de ligne* avec de la couleur rouge. Ces *quarts de ligne*, ſe ſubdiviſent encore à la vuë en *ſeizièmes*; & par l'habitude que j'ai dans ces obſervations, je puis ſaiſir même juſqu'aux *trente-deuxièmes*. Il eſt inutile de pouſſer plus loin cette ſubdiviſion; parce que l'adhéſion & le frottement du mercure dans les tuyaux, ne lui permettent pas de ſuivre aſſez exactement l'impreſſion du poids de l'atmoſphère, pour qu'on puiſſe compter préciſément ſur le point où il ſe fixe. Toutes les méthodes dont on a fait uſage pour augmenter la ſenſibilité du Baromètre ſimple, augmentent auſſi l'effet de cette cauſe; & en même tems la difficulté de la conſtruction: elles rendent encore le tranſport incommode; & introduiſent preſque néceſſairement des erreurs dans l'obſervation: c'eſt ce que j'ai prouvé de chacune de ces méthodes en particulier, en les rapportant dans la Iere. PARTIE (50).

Subdiviſion des lignes en ſeizièmes.

L'adhéſion du mercure au tube rend inutile une plus grande ſubdiviſion.



Moyen d'empêcher les effets nuisibles de la condensation du mercure dans le Baromètre fermé; & d'y remédier quand on n'a pû les prévenir.

Quoique le mercure se condense dans le Bar. l'air ne peut s'y introduire quand on le porte avec précaution.

487. La condensation du mercure dans un Baromètre sans réservoir, n'est pas assez considérable, pour qu'il y ait à craindre aucun dérangement lorsqu'on le porte soi-même, ou qu'on peut avoir l'œil sur celui à qui on le confie : il suffit, lorsqu'on s'apperçoit que l'air devient sensiblement moins chaud, d'ouvrir & refermer le robinet de tems en tems, en redressant le Baromètre; pour faire passer dans le tube, une partie du mercure qui reste dans le canal de la clef; & chasser hors du tube, par ce moyen, l'air qui pouvoit s'y être introduit. Mais si l'on avoit un long voyage à faire, ou si l'on étoit obligé de confier le Baromètre à des gens peu soigneux; il faudroit y pourvoir plus sûrement. Voici le moyen que j'avois d'abord imaginé pour cela. Je le décris, parce que la *Fig.* 3, qui est gravée depuis plus de six ans, & sur un dessein plus ancien encore, exprime cette prémière idée.

Mais cet inconvénient est à craindre quand on est obligé de confier son Baromètre.

Moyen de le prévenir.

Un petit tube ouvert soudé au grand, sous le robinet.

Je fais souder, par un émailleur habile, à côté de la courbure du Baromètre, & précisément au dessous du robinet, vers *g*, (*Fig.* 3), un bout de tube du même verre; mais d'un diamètre plus grand que celui du Baromètre. Ce tube communique dans l'intérieur du Baromètre, sans aucun repli; il est coupé net à l'extérieur, & son bord est arrondi par la flamme d'une lampe.

L'ouverture de ce petit tube fermée par une vésicule.

Je prends ensuite un morceau de la membrane dont j'ai déja parlé (473); & pour lui donner la forme nécessaire, je me sers d'un cylindre de bois de la grosseur du tube, dont l'un des bouts est arrondi en demi boule. J'humecte cette membrane pour la ramollir, & je l'applique sur la pièce de bois, en mettant le bout arrondi au milieu, & relevant les côtés contre la partie cylindrique. J'étends la membrane, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de plis sur la demi boule; je fais alors une forte ligature autour du cylindre, avec un fil dont les revolutions se touchent, & je laisse sécher le tout en cet état. J'ôte ensuite la ligature; & au moyen

moyen de quelques précautions, je ſépare la membrane d'avec le bois, dont elle a pris la forme: elle reſſemble aſſez dans cet état, à un dé à coudre.

Manière de l'appliquer.

Je prépare enſuite de la colle de poiſſon, bien liquide & ſans bulles; c'eſt-à-dire, ſans la laiſſer trop échauffer (474). J'approche le tube du feu, & quand il eſt ſuffiſamment chaud, je l'enduis légérement de colle; j'en mets auſſi une légère couche dans l'intérieur de la partie cylindrique de la membrane; j'y fais entrer le bout du tube, & je la lie avec une forte ſoye garnie de colle, dont toutes les révolutions ſe touchent: cette membrane forme ainſi une eſpèce de véſicule au bout du tuyau. On la voit en *f* (*Fig.* 3).

Quand le Baromètre eſt rempli, le mercure repoſe ſur la véſicule ſans la pènètrer. J'ai un Baromètre fait depuis quinze ans, où elle eſt placée au deſſous du grand tube; & quoiqu'elle porte immédiatement toute la colonne, ce Baromètre eſt en auſſi bon état que le jour où il fut conſtruit. Il eſt vrai que cette membrane n'a pas éprouvé l'action du reſſort dont je vais parler.

Un reſſort appuye contre la véſicule.

On voit au deſſous du Baromètre (*Fig.* 3), un reſſort qui eſt en ſpirale à l'une de ſes extrêmités, afin que ſon mouvement ſoit plus doux. L'extrêmité oppoſée porte une demi boule de bois, dont le diamètre eſt égal à celui de l'intérieur du tube auquel la véſicule eſt appliquée. Ce reſſort eſt placé dans un enfoncement de la boëte; pour qu'il ſoit à niveau du tube; il doit être auſſi long que la place peut le permettre; afin que ſon extrêmité ne trace pas une courbe trop ſenſible: ſon pied eſt fixé par une vis, & par une petite cheville qui entre dans le bois pour l'empêcher de tourner. Voici l'uſage de ces pièces.

La différence de volume du merc. ſe compenſe par l'enfoncement ou la diſtenſion de la véſicule.

Lorſqu'on voudra fermer le robinet, on empêchera que le reſſort n'appuye contre la membrane: c'eſt-là l'uſage d'une petite cheville *h*. Ce poids du mercure fera étendre la membrane. On fermera alors le robinet; on ôtera la cheville; & le reſſort n'étant plus retenu, il appuyera contre la véſicule. Si le mercure ſe dilate; il ſortira au travers des pores du *liège*, ou ſe gliſſera entre le liège & l'yvoire. S'il ſe condenſe; le reſſort enfoncera la véſicule, & diminuera la capacité du

tube;

tube ; enſorte que l'air ne pourra s'introduire, ni le mercure balotter. S'il ſe fait une nouvelle dilatation, le mercure repouſſera la véſicule, & le reſſort avec elle. Ainſi le tube ſera toûjours plein ; & la différence de volume du mercure ſe compenſera par la convexité ou la concavité de la véſicule.

Degré de force du reſſort.

Le degré de force du reſſort, eſt déterminé par ſon uſage. On doit lui en donner aſſez, pour qu'il ſoit capable de ſoutenir la colonne entière du Baromètre, ſans fléchir ſenſiblement. Mais il doit céder plus aiſément que le *robinet*, à la dilatation du mercure.

Diamètre du petit tube.

Le diamètre du petit tube, auquel la véſicule eſt appliquée ; peut être plus ou moins grand, ſuivant l'uſage auquel le Baromètre eſt deſtiné. Dans une promenade de quelques jours, il eſt rare d'éprouver des températures aſſez différentes, pour qu'un tube, dont le diamètre eſt d'un quart plus grand que celui du Baromètre, ne puiſſe ſuffire. Mais s'il s'agit d'un long voyage, il faut le prendre auſſi grand que ſa réunion avec l'autre tube peut le permettre.

Cet expédient ne doit être employé que par néceſſité.

488. Ce moyen de remédier aux effets de la dilatabilité du mercure, me paroît bon. Cependant comme il eſt un peu compoſé, je l'ai abandonné depuis longtems. On y ſupplée, en portant le Baromètre renverſé ; comme je le dirai plus particuliérement dans la ſuite (500).

Moyen de faire rebouillir le mercure ſans ôter le robinet.

489. Quelque précaution qu'on prenne dans un Baromètre portatif pour le préſerver de l'introduction de l'air : tant d'accidents peuvent en faire paſſer dans le tube ; qu'il eſt bon d'indiquer, comment en pareil cas j'ai fait rebouillir le mercure dans celui dont je parle ; ſans nuire à ſon *robinet*.

Après avoir ôté la *petite branche* du Baromètre (477) ; je mis ſur le *robinet*, & juſqu'à la courbure du tube ; une légère couche de coton ſec, enveloppé d'un linge ſouple. Je couvris cette prémière enveloppe, d'autant de coton humide que je pus en mettre ſans embarras ; & je renfermai le tout dans un linge mouillé. Par ce moyen, je fis bouillir le mercure juſqu'à un pouce de diſtance du paquet, qui fuma beaucoup, dont les bords ſe brûlèrent même, ſans que le robinet ſouffrit en aucune façon.

Des Thermomètres qui accompagnent le Baromètre portatif.

490. L'un des Thermomètres représentés dans la *Fig.* 3, est destiné à corriger les effets de la chaleur sur le Baromètre. Il est enchassé en *k*, auprès du grand tube du Baromètre, à peu près au milieu de la longueur de celui-ci. Le diamètre de la boule de ce Thermomètre, ne doit pas excéder de beaucoup celui du tube du Baromètre; afin que ces deux instrumens soyent également prompts à se conformer aux changemens de température. Cette boule doit être à moitié enchassée dans le bois; afin qu'elle participe, comme le Baromètre, à la chaleur du fond de la boëte. J'ai fait ce Thermomètre de mercure; tant par les raisons que j'ai indiquées, en traitant des Thermomètres; que pour rendre sa marche plus exactement proportionnelle aux variations du Baromètre, occasionnées par celles de la chaleur. J'ai mis aux côtés du tube, les divisions dont on fait le plus d'usage; savoir, celle qu'on nomme *de M. de Reaumur*, & celle de *Fahrenheit*: la mienne n'a besoin d'aucune place extérieure, comme on le va voir. Termomèt. qui doit être joint au Bar.

Cette échelle est faite dans son origine, par *la division en 96 parties, de l'intervalle compris entre les deux termes fixes du Thermomètre* (365): elle est fondée sur ce qu'il n'y a point de fraction plus commode pour exprimer exactement la hauteur du mercure dans le Baromètre, que des *seiziémes* de *ligne*; & que lorsque le Baromètre est à 27 *pouces*, une variation d'un *degré* de cette échelle dans le Thermomètre, correspond à une variation semblable d'$\frac{1}{16}$ de *ligne* dans le Baromètre: ce qui rend très-commodes, les corrections à faire sur l'indication de ce dernier, pour les variations de la chaleur. Fondement de son échelle.

Quand la hauteur du mercure change sensiblement dans le Baromètre, il n'y a plus le même rapport entre les variations produites par la chaleur dans ces deux instrumens; il faut diminuer la correction sur le Baromètre, proportionnellement à la diminution de sa hauteur, & réciproquement (374). On peut le faire par le calcul, sans changer l'échelle du Thermomètre, lorsqu'on n'a que peu d'observations. Mais La grandeur de ses degrés doit augmenter à mesure que la hauteur du mercure diminuë dans le Baromètre.

pour des obſervations nombreuſes ; il vaut mieux modifier l'échelle du Thermomètre ; c'eſt-à-dire, changer ſes *degrés*, en raiſon inverſe de la hauteur du Baromètre ; afin qu'ils indiquent toûjours immédiatement des 16mes. de *lignes* à corriger ſur cette hauteur.

Cette augmentation eſt proportionnelle aux ordonnées d'un triangle dont les abſciſſes croiſſent en raiſon inverſe des hauteurs du mercure dans le Baromètre.

491. Ce changement des degrés du Thermomètre peut être repréſenté par les *ordonnées* d'un triangle, dont les *abſciſſes* croîtroient en raiſon inverſe des hauteurs du Baromètre. Car les *ordonnées* correſpondantes à chaque *abſciſſe*, étant diviſées en un nombre égal de parties ; ſeroient alors autant d'échelles pour le Thermomètre, qui ſerviroient pour des hauteurs proportionnelles du Baromètre : je rendrai mon idée plus ſenſible en expliquant la *Fig.* IIde. de la *Planche* III. (*a*)

Conſtruction d'une échelle changeante, fondée ſur ce principe.

J'ai tiré d'abord une ligne droite *i*, *k*, ſur laquelle j'ai poſé la diſtance des fils, qui indiquent ſur mon Thermomètre *l'eau dans la glace* & *l'eau bouillante* : cette ligne eſt en partie ponctuée dans la *Figure*. J'ai diviſé en *96 degrés* égaux, l'eſpace compris entre ces deux *termes fixes* ; & par le 12me. en montant, qui eſt le *zéro* de mon Thermomètre (373) ; j'ai tiré une autre ligne o, o, qui coupe la prémière à angles droits.

Pour meſurer les *ordonnées* & les *abſciſſes*, je me ſuis ſervi d'une échelle d'environ demi pied, diviſée en 1000 parties. J'indique cette dimention ; parce qu'elle convient à l'uſage auquel la diviſion eſt deſtinée ; & parce que les *échelles de mille parties* des *étuis d'inſtrumens*, ſont à peu près de cette grandeur.

Comme il ſeroit trop embarraſſant de conſtruire tout le triangle ; je retranche une quantité conſtante de toutes les *abſciſſes*, en procédant de cette manière. Je prends pour l'extrêmité de l'*abſciſſe fondamentale*, qui doit déterminer l'*échelle* du Thermomètre, lorſque le Baromètre eſt à 27 pouces, l'interſection des deux lignes dont j'ai parlé ci-deſſus ; dont l'une *i*, *k*, eſt la diviſion fondamentale du Thermomètre, & l'autre

(*a*) La *Fig.* 1, de cette *Planche* appartient à la *pag.* 155 du prémier volume. Lorſque je fis graver ces deux *Figures* ſur une même *Planche*, je ne prévoyois pas que mon Ouvrage auroit deux volumes ; je l'ignorois même, lorſqu'on imprimoit, il y a cinq à ſix ans, cette *page* 155.

l'autre o, o, coupe la prémière à angles droits au point *zéro* de cette division. J'estime cette *abscisse* 1800 parties de mon échelle; & je donne pour longueur à son *ordonnée*, la plus grande hauteur probable du Thermomètre pendant les observations, que je suppose 25^{d}. au dessus de *zéro*. Ce point est correspondant à 30^{d}. $\frac{5}{8}$ sur l'*échelle divisée en* 80 *parties*. Voilà donc l'*abscisse* & l'*ordonnée* qui, dans la construction de l'*échelle* du Thermomètre, appartiennent à la hauteur de 27 *pouces* du Baromètre. Cette *ordonnée*, étant divisée en 25 parties égales; comme elle l'est naturellement, puisqu'elle coïncide avec la division fondamentale; doit servir d'*échelle* au Thermomètre, quand le Baromètre est à 27 pouces; & ses parties représentent des *seizièmes* de *ligne* dans les corrections à faire sur le Baromètre pour les effets de la chaleur.

La plus longue *abscisse* est déterminée par le plus grand abaissement probable du Baromètre. Je suppose donc qu'on ait occasion de l'observer à 18 *pouces*. Suivant le principe que j'ai posé ci-dessus, l'*abscisse* correspondante à cette hauteur du Baromètre, doit être, rélativement à celle de 27 *pouces*, en raison inverse de ces deux hauteurs. Or, 18 : 27 : : 1800 : 2700; ainsi la plus grande *abscisse*, qui est correspondante à la hauteur de 18 pouces, doit avoir 2700 *parties* de mon échelle, & sa différence avec l'*abscisse* de 27 *pouces*, est 900 *parties*. Je pose donc 900 *parties* sur la ligne o,o, en partant de la ligne *i*, *k*. Ces deux *abscisses* étant entr'elles comme 2 à 3, leurs ordonnées doivent être dans le même rapport. Ainsi j'élève à l'extrêmité de son *abscisse*, l'*ordonnée* qui doit correspondre à la hauteur de 18 pouces dans le Baromètre; c'est la ligne o, a, qui est à l'*ordonnée* o, 25, comme 3 est à 2. Cette *ordonnée* o, a, étant divisée en 25 *degrés*, comme la prémière, servira d'*échelle* au Thermomètre, quand le Baromètre sera à 18 pouces; & ses *degrés* représenteront des *seizièmes* de *lignes* sur le Baromètre.

Comme les variations du mercure dans le Thermomètre ont toûjours la même étenduë; il suffit de prendre sur l'*ordonnée* de 18 pouces, une étenduë égale à l'*ordonnée* de 27 pouces. Je le fais en tirant une ligne droite d'un de ces

points à l'autre, & je forme ainsi le parallelograme 0, 18, 27, 0.

Je détermine ensuite les *abscisses* intermédiaires, par cette analogie : *La hauteur du Baromètre correspondante à l'*abscisse *que je cherche, est à la hauteur de* 27 pouces, *comme l'*abscisse *correspondante à* 27 pouces (1800), *est à l'*abscisse *que je cherche.* Ainsi, par exemple, 18 ½ : 27 :: 1800 : 2627. L'*abscisse* correspondante à 18 *p.* ½ dans le Baromètre, est donc 2627 ; dont je retranche 1800, qui est l'*abscisse* de 27 pouces, & je porte l'excédent 827, sur la ligne des *abscisses*, à l'extrêmité de l'*abscisse* de 27 *pouces.* Le point où atteignent ces 827 *parties*, termine l'*abscisse* de 18 *p.* ½ ; plus courte de 73 *parties*, que l'*abscisse* de 18 *pouces.* Je cherche par la même voie, la longueur des *abscisses* de toutes les hauteurs intermédiaires du Baromètre, de demi *pouce* en demi *pouce* ; & je trouve successivement les nombres 2558, 2492, 2430, 2331, &c. pour les *abscisses* totales. Je soustrais de chacune, 1800, ou l'*abscisse* de 27 pouces ; &, partant toûjours du point qui termine cette dernière *abscisse*, je porte sur la ligne 0, 0, les excédens 758, 692, 630, 751, &c. dont les différences sont 66, 62, 59, &c. comme je les ai indiquées dans la *Figure.* Je reduis aux nombres entiers les plus prochains, les nombres fractionnés qui se rencontrent dans la suite des *abscisses* ; de manière que la somme de toutes les différences des *abscisses*, entre celle de 18 *pouces* & celle de 27 *pouces*, soit 900, qui est la différence totale. Après quoi, je prolonge sur la gauche la ligne 0, 0, pour mettre à la suite des nombres précédens, les différences d'*abscisses* 33, 32, 31, 30, qui portent ma division jusqu'à la hauteur de 29 *pouces*, où le Baromètre peut se tenir au bord de la mer.

Table des abscisses du triangle.

492. Je joins ici une table des *abscisses* entières, des *abscisses* réduites, & de leurs différences ; pour épargner ces calculs à ceux qui voudroient construire une échelle semblable.



Hauteurs

Hauteurs du mer. dans le Baromètre.	*Abscis.* totales.	*Abscis.* reduit. par la soustr. de 1800.	Différences.
18 *pouces*	* 2700 *parties*	+ 900 *parties*	
			73
18 ½	2627	827	
			69
19	2558	758	
			66
19 ½	2492	692	
			62
20	2430	630	
			59
20 ½	2371	571	
			57
21	2314	514	
			54
21 ½	2260	460	
			51
22	2209	409	
			49
22 ½	2160	360	
			47
23	2113	313	
			45
23 ½	2068	268	
			43
24	2025	225	
			41
24 ½	1984	184	
			40
25	1944	144	
			38
25 ½	1906	106	
			37
29	1869	69	
			35
26 ½	1834	34	
			34 —— 900
27	* 1800	0	
			33
27 ½	1767	— 33	
			32
28	1735	65	
			31
28 ½	1704	96	
			30
29	1674	126	

Après

Après avoir déterminé toutes les extrêmités des *abscisses*; j'élève les *ordonnées* qui doivent leur correspondre; savoir, 29, 28 $\frac{1}{2}$, 28, &c. jusqu'à la dernière, 18; en les terminant à la ligne supérieure du parallelograme o, 29, 18, o: & par les points qui divisent en 25 *parties* les *ordonnées* entières o, 25 & o a, je tire des lignes dont l'obliquité augmente, rélativement à la ligne o, o, à mesure que les *degrés* s'éloignent de ce point fixe: ces lignes tendent toutes au sommet du triangle. Par ce moyen, chaque *ordonnée* devient une *échelle* pour le Thermomètre, qui convient à la *hauteur* du Baromètre, dont l'*ordonnée* porte l'indication.

Prolongement de l'échelle au dessous du *zéro* du Thermom.

Voilà tous les élémens de cette *échelle*: il ne s'agit plus que de la completter pour les *degrés* au dessous de *zéro*. Je prends pour terme inférieur, le 50me. degré, qui correspond à 31 d. $\frac{1}{3}$ de *l'échelle divisée en* 80 *parties*. On peut éprouver cette température dans le Nord. Je prolonge l'*ordonnée* de 27 *pouces*, du double de sa longueur, au dessous de la ligne o, o; parce que cette *ordonnée* ne contient que 25 d. J'en fais autant pour celle de 18 pouces qui est o, a; & son prolongement devient o, b. Je construits le parallelograme inférieur o, 50, c, o; & je prolonge toutes les *ordonnées* supérieures, jusqu'à la ligne horisontale inférieure. Je divise en 50 parties, le double de l'*ordonnée* correspondante à 27 *pouces*; & comme cette ligne n'est qu'un prolongement de l'échelle principale, ces parties en sont des *degrés*. Je divise la ligne o, b, en 50 parties; & par les points de ces deux divisions, je tire des lignes, dont l'obliquité augmente, comme celle des lignes du triangle supérieur, qui forment les *degrés* au dessus de *zéro*. Pour conduire l'œil plus aisément, du point observé sur une *ordonnée*, aux chiffres, qui ne sont que sur l'*échelle* fondamentale; je fais les lignes obliques plus grosses de 5 en 5 degrés.

Chaque ordonnée est une échelle pour le Therm. quand le Baromètre est à la hauteur représentée par l'abscisse correspondante.

Maintenant, si par tous les degrés de la division fondamentale, on tiroit des lignes paralleles à la ligne o, o; on pourroit, en les comparant aux lignes obliques, réduire très-aisément les degrés observés sur le Thermomètre, à d'autres degrés qui exprimeroient des 16mes. de ligne sur le Baromètre, pour toutes les hauteurs du mercure indiquées dans cette division.

vision. J'ai tiré une de ces lignes paralleles à o, o, sur le 12me. degré en descendant, qui est l'*eau dans la glace*; elle servira d'exemple. Je suppose que le Baromètre est à 27 *pouces*, & le Thermomètre à 12^d^. au dessous de o; on doit en ce cas ajouter $\frac{12}{16}$ de ligne à la hauteur du Baromètre: Mais si celui-ci n'étoit qu'à 18 *pouces*; il faudroit suivre la ligne *horisontale* qui part du 12me. degré du Thermomètre, jusqu'à sa rencontre avec l'*ordonnée* qui correspond à la hauteur de 18 *pouces*; & leur intersection se faisant sur la huitième partie au dessous de o, on n'ajouteroit que $\frac{8}{16}$ de ligne à la hauteur du Baromètre. Il en seroit de même pour toutes les hauteurs intermédiaires du mercure, à cette température & à toute autre, s'il y avoit des lignes tirées par tous les degrés de la division fondamentale, parallelement à la ligne o, o. Ce fut-là ma prémière idée; elle épargnoit un calcul. Mais j'ai porté plus loin l'avantage de cette méthode, en trouvant un moyen commode de présenter au Thermomètre, celle des *ordonnées* qui correspond à la hauteur observée du Baromètre.

Mécanisme propre à appliquer ces échelles au Therm.

493. J'ai d'abord tracé la division sur du vélin, telle qu'on la voit dans la *Figure*. Les traits extérieurs d, e, f, g, représentent la grandeur à laquelle j'ai réduit le vélin après que la division a été tracée. J'ai fixé le côté d, g, à un rouleau de bois creux, dans l'intérieur duquel est un ressort de fil d'acier, enveloppé sur un axe de léton. Deux bouchons de bois, percés & mis aux deux extrêmités du rouleau, servent à maintenir l'axe au centre de la machine. Un des bouts du fil d'acier qui forme le ressort, est fixé à l'un de ces bouchons, & l'autre bout à l'axe, qui doit être immobile. Le vélin étant roulé sur le cylindre de bois, tandis que le ressort n'est que peu bandé; si on le tire, il fait tourner le cylindre & le ressort se bande: si on le lache ensuite, le ressort entraîne le rouleau en sens contraire, & la division s'enveloppe de nouveau. Je ne m'étendrai pas davantage sur ce mécanisme; il ressemble en tout à celui des *stores*. On apperçoit cette machine mise à sa place, dans la *Figure* 3, *Planche II*. Le fond de la boëte est creusé sous le tube du Thermomètre: l'entrée de cette cavité est du côté de la petite porte

porte dont j'ai parlé ci-devant (484.). C'eſt dans cette eſpèce de niche intérieure, que j'ai placé le rouleau; on le voit en partie de *i* à *l*, dans la *Figure*, parce que la petite porte eſt entr'ouverte.

J'ai fait ſortir l'*échelle* par une fente fort étroite, préciſément auprès du tube; &, ſoit pour la tirer ſans qu'elle ſe froiſſe, ſoit pour l'empêcher de rentrer entiérement dans la fente, j'ai enveloppé & collé à ſon bord extérieur une petite verge de leton *m*, *n*, à laquelle ſont attachés trois cordons de ſoye noués enſemble, qui ſervent à la tirer. J'ai repréſenté la diviſion ſortant un peu de la fente, & ſes cordons retenus par une épingle ſur le côté de la boëte. On voit que tout eſt tendu par l'action du reſſort qui tire du dedans.

Exemple. 494. Il eſt aiſé maintenant de voir, comment je puis faire correſpondre au tube, l'*échelle* particulière qui convient à chaque hauteur du mercure dans le Baromètre. Si je me trouve ſur une montagne où le mercure ſe ſoutient à 20 pouces; je fais ſortir la diviſion juſqu'à ce que le tube du Thermomètre correſponde à la colonne marquée 20, *Fig.* 2, *Planche III*: ſi les *degrés* qu'il indique ſur cette colonne ſont au deſſus de 0, ils repréſentent des 16mes. de *ligne* à deduire de la hauteur obſervée ſur le Baromètre: & ſi les *degrés* ſont au deſſous du même point; ce ſont des 16mes. de *ligne* qu'il faut ajouter à cette hauteur.

Il faut que le *rouleau* ſoit bien cylindrique, pour que l'*échelle* entre & ſorte perpendiculairement au fond de la boëte. La ligne ponctuée de l'*eau dans la glace*, ſert de guide pour tirer l'*échelle* dans cette direction. Cette ligne doit toûjours ſe trouver vis-à-vis du fil qui marque la température de l'*eau dans la glace* ou de la *glace qui fond*, ſur le tube du Thermomètre. Comme le *rouleau* dépaſſe un peu du côté de la petite porte; je l'ai creuſé en cet endroit, pour qu'elle puiſſe ſe fermer entiérement: cet enfoncement eſt tracé de grandeur naturelle en *a*, *b*, *Pl. IV. Fig.* 3.

Autre Therm. dont la conſtruction & l'uſage ſeront in- 495. On voit dans la *Fig.* 3 de la *Planche II*, un autre Thermomètre, poſé ſur la petite porte *c*, *d*, auprès de celui que je viens de décrire. Mais comme ſa conſtruction découle de

de l'usage auquel je l'employe ; je n'en ferai mention que lorsque j'y serai conduit par mon sujet (537). diqués dans la suite.

*Description de l'*à plomb.

496. L'*à plomb*, qui est au dessus du petit Thermomètre dont je viens de parler, est la dernière pièce de la *Fig.* 3 qui me reste à décrire. Le *plomb* est composé de trois pièces: la principale est de leton, tournée en forme de poire, & percée dans sa longueur. A l'extrêmité inférieure de ce trou, est une pointe d'acier; & au dessus, un petit bouchon de leton percé, où la soye qui tient le *plomb* suspendu, passe juste. Il faut que ce *plomb* soit tourné sur le trou de son bouchon & sur sa pointe, afin que celle-ci ne se jette pas hors de la ligne verticale. Le plomb.

La niche où pend ce *plomb*, est garantie du vent, par une porte vitrée, qui se ferme au moien d'un ressort de leton, posé sur le côté de la boëte. La porte, en passant, fait reculer ce ressort, qui retourne ensuite & l'empêche de s'ouvrir. Un autre ressort, placé horizontalement au haut de la niche, & que la porte comprime en se fermant, la repousse quand on presse celui qui est à côté. Par ce moyen la porte s'ouvre & se ferme très-aisément. Sa niche.

La soie qui tient le *plomb* suspendu, passe par une rainure qui s'étend depuis le haut de la boëte jusqu'à la *niche*. Cette rainure est recouverte par une pièce de bois, & par le papier ; elle a été faite d'un bout à l'autre de la planche, parallèlement au grand tube du Baromètre ; elle sert en bas à recevoir le petit tube. C'est une portion de cette même rainure qui est au dessous de la *niche* ; j'y ai placé une pièce de leton courbée à angle droit, dont un côté est fixé au fond de la rainure par une vis, & l'autre côté, qui ferme le bas de la *niche*, porte une pointe d'acier qui correspond à celle du *plomb*. Sa suspension.

On voit une petite ouverture quarrée au haut du canal dans lequel passe la soie. J'ai placé dans cette ouverture, une pièce de leton courbée, semblable à la précédente : un de ses côtés est fixé au fond de l'ouverture par une vis, & l'autre,



percé d'un petit trou, ferme l'entrée du canal, & détermine le point de suspension du *plomb*.

Moyen de le hausser & de l'abaisser.

La cheville qu'on voit au dessus de l'ouverture quarrée, traverse une petite pièce de bois qui couvre le prolongement du canal, & son extrêmité intérieure entre dans le fond de la boëte. C'est à cette cheville que la soie est attachée : son usage est d'empêcher le ballotement du plomb quand on transporte le Baromètre ; on soulève le plomb en tournant la cheville ; & comme il est trop gros pour passer dans le canal, il s'arrête à l'entrée : on le fait abaisser en tournant la cheville en sens contraire.

La pointe d'acier qui est au bas de la niche, & le trou dans lequel passe la soie au haut du canal, sont à la même distance du grand tube du Baromètre, & également enfoncés. Ainsi; quand la pointe du *plomb* correspond à celle qui est au bas de la *niche*, comme je l'ai représenté dans la figure ; on est assuré que le tube du Baromètre est placé verticalement.

Pièce destinée à arrêter ses oscillations.

497. Lorsqu'on met le Baromètre en expèrience, on agite nécessairement le *plomb* ; & il demeureroit long-tems à se fixer, s'il étoit abandonné à lui-même. Pour obvier à cet inconvénient ; j'ai fait passer au travers de la plaque de leton qui est au bas de la niche, à côté de la pointe ; un fil de leton contourné comme on le voit dans la *Figure*. Il est retenu dans l'épaisseur de la *plaque*, par une goupille qui le traverse, & sur laquelle il se balance librement. Ce fil de leton, porte à son extrêmité inférieure, une petite poire du même métal, & son bout supérieur, tient, par une fente, un morceau de carte courbé en forme de cuillier. La *petite porte* sur laquelle est posé un Thermomètre, est entaillée dans le haut, en *c*, pour laisser le jeu nécessaire à cette machine.

Manière de s'en servir.

Quand on veut arrêter les oscillations du *plomb* ; on pousse avec le doigt, la petite poire de leton du côté du Baromètre, dans une cavité latérale que je n'ai pû représenter : la portion supérieure de la branche de leton se meut par ce moyen en sens contraire ; la *carte* entraîne le *plomb*, & le fait appuyer contre le côté de la *niche*. Retirant alors doucement le doigt, le poids de la *poire* fait rétrograder la *carte* ; & le *plomb* qui la suit, s'arrête immobile lorsqu'il pend verticalement.

Cette

Cette méthode, qui abrège beaucoup les expériences, peut être employée utilement dans tous les cas semblables à celui-ci ; c'est-à-dire, lorsque le *plomb* est enfermé, pour le garantir de l'agitation de l'air ; & qu'on ne peut arrêter ses oscillations en le faisant tremper dans l'eau.

Cette méthode peut-être utile en divers cas.

Précautions nécessaires dans l'usage de ce Baromètre.

498. Par toutes les précautions que j'ai indiquées, mon Baromètre est aussi peu sujet à se déranger, qu'aucune autre machine un peu compliquée. Mais il est peu de ces machines qui ne souffrent par les innattentions & les maladresses. Une montre, destinée à servir au premier venu, & construite pour cela ; devient une rente assurée pour l'Horloger, entre les mains d'un homme mal adroit. Or un Baromètre portatif est naturellement plus facile à se déranger qu'une montre, & il y a moins de gens capables de le remettre en bon état, qu'il n'y a d'Horlogers.

Le Baromètre à Robinet est peu sujet à se déranger. Cependant il demande de l'attention & quelque adresse dans l'usage.

Ce Baromètre est encore semblable à la plupart des machines ; en ce qu'il ne suffit pas pour s'en servir aisément, & sans risque de le déranger, d'avoir quelqu'adresse & d'être attentif ; mais qu'il est absolument nécessaire, de s'être familiarisé avec sa construction & ses usages ; & de connoitre parfaitement les risques qu'il peut courir. Cette habitude est sur-tout indispensable, pour empêcher l'introduction de l'air dans le grand tube du Baromètre. Si, par quelqu'accident, une bulle d'air étoit prête à s'y glisser ; on doit pouvoir arrêter son mouvement, & la faire retrograder, presque sans y réfléchir, & par une action aussi sûre & aussi prompte, que celle d'un joueur de paume qui juge & renvoie la bale. Je ne puis conseiller autre chose à cet égard, que de contracter une semblable habitude, & d'être attentif. Mais je vais indiquer les moyens d'éviter, pendant le tems du transport, la nécessité d'une attention trop soutenuë.

Il faut aussi le bien connoitre pour s'en servir convenablement.

499. Dans tout le cours de mes observations à la montagne de *Salève*, dont je parlerai bientôt, j'ai porté mon Baromètre en manière de carquois, & dans sa position naturelle ; c'est-à-dire, le sommet du Baromètre placé en haut :

Il peut être droit dans le transport.

le *robinet* a toûjours été suffisant pour contenir le mercure ; seulement, dans quelques occasions où il éprouvoit de fréquentes & fortes secousses, comme dans les descentes rapides & pierreuses, il s'échappoit un peu de mercure : cependant il n'en sortoit jamais assez pour qu'il y eût quelque chose à craindre ; parce qu'étant d'abord averti par les oscillations du mercure qui frappoit contre le sommet du tube, j'y portois remède en ouvrant & refermant le *robinet*, tandis que le Baromètre étoit incliné ; le canal de sa *clef*, contenoit toûjours assez de mercure pour suppléer à ces petites pertes.

J'avois souvent porté ce Baromètre à cheval ; le pas ne l'altéroit point : le trot & le galop n'exigeoient que la même attention, dont je viens de parler au sujet des descentes rapides & pierreuses : mais ayant voulu le faire voyager en chaise, & le tenir dans la même situation ; il ne put soûtenir les secousses produites par les mauvais chemins. Il fallut donc songer à quelque expédient.

Cependant il vaut mieux, le porter renversé.

500. J'avois toûjours craint de porter le Baromètre renversé, de peur que les Thermomètres qui l'accompagnent, ne se dèrangeassent dans les secousses. Je l'essayai alors ; & je reconnus que mes craintes n'étoient pas fondées. Un Thermométre de mercure, bien fait, ne risque point de se déranger dans quelle situation qu'il soit. S'il est renversé ; le mercure s'écoule le long du tube ; il se fait un petit vuide dans la boule ; & quelque sécousse qu'il éprouve dans cette situation, il revient à son prémier état quand on le redresse.

Il n'y a donc rien à craindre pour les Thermomètres en les portant renversés ; & cette situation renferme de grands avantages pour le Baromètre. D'abord il n'y a plus que la petite colonne, comprise entre la courbure du tube & le *robinet* (*Fig.* 3), qui pèse sur celui-ci : & par conséquent l'effort du mercure pour sortir, est beaucoup moindre. Outre cela, quand par un cas imprévu, cette portion du tube se vuideroit totalement ; il n'en résulteroit aucun mal pour le Baromètre ; moyenant qu'on fit attention de le remplir, sans laisser entrer de l'air dans le grand tube ; & on le fait très-aisément.

Il

Il eſt donc plus sûr de porter le Baromètre renverſé ; & cette ſituation a l'avantage d'exiger beaucoup moins d'attention pendant qu'on le tranſporte : c'eſt pourquoi je l'ai entièrement adoptée.

501. J'ai mis une courroie derrière la boëte du Baromètre : une de ſes extrêmités eſt fixée dans haut par des vis, & l'autre de la même manière vers le bas ; on peut l'allonger & l'accourcir par le moyen d'une boucle. Cette courroie ſert à porter l'inſtrument quand on eſt à pied ; on y paſſe un bras & la tête, & l'inſtrument renverſé, pend ſur le dos à la manière d'un carquois. Il faut cependant faire attention, que quand on s'approche du lieu où l'on ſe propoſe d'obſerver, celui qui porte le Baromètre doit le tenir à la main, ſuſpendu par la courroie, pour l'éloigner de la chaleur de ſon corps (368).

Manière de le ſuſpendre quand on le porte ;

A pied.

Quoiqu'on puiſſe porter ce Baromètre à cheval de la même manière qu'à pied, ſi l'on avoit à faire une route un peu longue, il ſeroit plus commode de faire ajuſter à la ſelle, un ſupport à peu-près ſemblable au *porte-croſſe* des Dragons ; pour porter le Baromètre, comme ils portent leur fuſil.

A cheval.

Dans un long voyage, il faut mettre cet inſtrument à l'abri des chocs & de la pluie : c'eſt à quoi doit ſervir le fourreau dont je vais parler.

J'ai pris une petite couverture de laine épaiſſe & moëleuſe, qui fait pluſieurs tours autour de la boëte de mon Baromètre ; & comme elle eſt plus longue, j'ai employé l'excédent à former un couſſinet de quatre à cinq pouces d'épaiſſeur, au bas du fourreau ; & j'ai couvert le tout d'une toile cirée fort ſouple. La courroie étant alors inutile à la boëte du Baromètre, je l'ôte pour la mettre au fourreau où elle devient néceſſaire.

Fourreau pour le garantir des chocs & du cahotage des voitures.

502. Dans tous les cas dont je viens de faire mention ; le Baromètre étant renverſé, n'exige aucun autre ſoin que de le tenir toûjours dans cette même ſituation : mais il faut être ſcrupuleux ſur cet article, & ne le placer jamais en aucun endroit, quoique pour être en repos, ſans faire attention que ſon ſommet ſoit plus abaiſſé que la partie oppoſée ; juſqu'à ce qu'on ait vu l'effet que peuvent avoir produit

Il ne faut jamais le redreſſer ſans s'aſſurer qu'il n'eſt point entré d'air dans la petite branche, ou le faire ſortir s'il en eſt entré.

duit, les secousses, ou la diminution de la chaleur. S'il en étoit sorti du mercure, ou s'il s'étoit condensé; on risqueroit, en couchant le Baromètre dans une situation différente, de faire passer dans la grande branche, l'air qui auroit pris la place du mercure. Par la même raison, il ne faut jamais redresser le Baromètre sans l'avoir examiné. S'il s'y est introduit de l'air; on le verra rassemblé dans la courbure du tube; & il sera facile de le faire retrograder & sortir (487). Il est rare qu'on ait besoin de faire cette opération, ce qui rassure un peu contre les inadvertences. Mais quand on y seroit obligé chaque fois qu'on redresse le Baromètre, elle est si simple & si promte, qu'on ne peut la regarder comme un inconvénient. Par ce moyen, j'ai fait plusieurs voyages avec mon Baromètre, sans qu'il lui soit arrivé le moindre dérangement.

Tripied pour placer commodement le Baromètre, en quelque lieu qu'on veuille l'observer.

Nécessité d'un moyen pour placer le Baromètre.

503. J'ai fait voir ci-devant, que pour observer le Baromètre avec exactitude lorsqu'on le porte en campage; il falloit nécessairement s'aider de quelque moyen de le placer par-tout, solidement, & dans la position où il doit être (406). Ayant reconnu cette nécessité par l'expérience; je fis d'abord usage du *pied* d'un Graphomètre, composé de trois branches comme à l'ordinaire. Je le trouvai très utile pour soûtenir mon instrument; mais fort incommode par son volume. On sait que les trois branches de ces *pieds* sont réunies par une pièce de bois triangulaire; & que chaque branche s'applique sur une des faces de cette pièce, par le moyen d'une vis. Dans cette construction, il y a toûjours entre les branches réunies, une piramide triangulaire vuide; ce qui augmente le volume du *pied*, & fait que la main se fatigue quand il faut le porter long-tems. Ce défaut étoit d'autant plus considérable pour moi, que j'avois un grand plan d'observations, & un besoin très grand par cela même d'applanir les difficultés, autant qu'il m'étoit possible. Ce besoin me fit imaginer un *pied*, dont les trois branches, ne laissant

Défaut des *tripieds* ordinaires pour cet usage.

laiſſant aucun vuide entr'elles, forment un bâton commode. C'eſt celui que je vais décrire.

504. La *Figure* Ire. de la *Planche*. IV., repréſente le haut de ce *pied*, réduit ſur la même échelle que la *Figure* de la *Planche* II.; c'eſt-à-dire, à 4 lignes pour un pouce. Ses branches, qui ſont repréſentées comme rompues en *a*, *b*, *c*, ont 3 pieds 3 pouces de longueur: je les ai faites de jeune noyer, dont les fibres ſont droites & fermes. On peut auſſi employer le frêne à cet uſage. Ces branches ont chacune à leur extrêmité une pointe de fer, d'environ un pouce de longueur; qui ſe plante dans le terrein, s'il le permet; ou qui du moins empêche que la branche ne puiſſe s'écarter. Deſcription d'un *tripied* qui lui eſt propre.

Ce qu'il y a de plus eſſentiel à décrire dans cette machine, c'eſt ſa charnière; on la voit démontée & de grandeur naturelle dans la *Figure* 2. La coupe horiſontale de chaque branche eſt un ſecteur de 120°.; elles forment ainſi par leur réunion une tige ſolide (*a*). Pour augmenter la force de la charnière, j'ai laiſſé au haut de chaque branche, une eſpèce de conſole, qui eſt ſaillante hors de la rondeur du bâton. Principalement de ſa charnière.

La pièce qui réunit les trois branches, eſt de cornouiller, bois dur & ſolide; on la voit en entier dans la *Figure* Ire., & ſeulement par ſa baſe dans la *Figure* 2, dont il s'agit ici. Cette baſe a trois côtés *a*, *b*, *c*; & trois angles rentrans, dont deux ſont découverts en *d*, *e*, & le troiſième eſt couvert en *f*, comme je le dirai ci-après. Chacun des côtés ſert à une charnière: ils ſont fendus dans le milieu; & percés, ſuivant leur longueur & par le centre de l'arrondiſſement, d'un trou qui reçoit la goupille de la charnière.

Les trois branches ſont échancrées dans le haut, de manière que leur aſſemblage forme une cavité, dans laquelle s'applique exactement la pièce qui doit les réunir. Du milieu de l'échancrure de chaque branche, s'élève une plaque de leton arrondie & percée d'un trou. Ces plaques, enchaſſées dans

(*a*) Je m'étonnois qu'on n'eût pas eu cette idée, pour diminuer le volume des pieds d'inſtrumens. Mais j'en ai vu un depuis peu, fait à Londres, qui eſt ſemblable au mien; à l'exception des charnières, qui ſont de leton.

dans le bois, comme on le voit dans les *Figures* Iere. & 2de., y ſont arrêtées par deux goupilles de leton, qui traverſent la pièce de bois, l'une en dedans, & l'autre en dehors. C'eſt au moyen de ces plaques, que les branches ſont réunies par le haut: elles entrent chacune dans une des fentes du *triangle*, & ſont retenuës par les goupilles; enſorte que le haut de chaque branche embraſſe un des côtés arrondis du triangle, & forme avec lui une charnière. On conçoit (*Fig.* 2) que ſi l'on redreſſoit la pièce qui eſt panchée, elle viendroit occuper la cavité que forment les branches réunies; & que chaque plaque entreroit dans une fente qui lui correſpond. On voit les branches écartées dans la *Fig.* Ire.: un des angles rentrans eſt en face; il prèſente les bouts des goupilles de deux charnières; chacun des deux autres angles eſt ſemblable à celui-là.

Il convient de mettre un peu d'huile dans le trou des plaques de leton, pour diminuer le frottement; au moyen de quoi, le mouvement des charnières eſt très doux, & cependant les branches ne vacillent point. Ce *pied* ſe prête très-aiſément à toutes les formes de terrein. Lorſque ſes branches ſont réunies, elles forment un bâton, dont la groſſeur ni le poids ne ſont point incommodes: il a 16 lignes de diamètre dans le haut, & 14 dans le bas. Deux viroles de leton le tiennent fermé, lorſqu'on veut s'en ſervir comme d'une canne: elles empêchent auſſi les branches de ſe déjetter en les plaçant, l'une vers le milieu, & l'autre à peu de diſtance du bas. La charnière ſert de pommeau; & pour que les angles rentrans n'incommodent pas la main, je les ai garnis d'une pièce de bois qui tient avec une vis. On voit ſa forme extérieure, à l'angle *f* de la *Figure* 2; & comme elle n'eſt pas appliquée à l'angle qui eſt en face dans la *Figure* Iere., on peut juger de ſa forme intèrieure, par celle de la cavité qui doit la recevoir.

Preſſe pour tenir le Baromètre.

505. Pour employer ce *pied* à l'uſage du Baromètre, je me ſers d'une *preſſe* de bois, qui eſt au haut de la *Figure* Iere. Elle ſe met ſur le *tourrillon* qui eſt au deſſus de la charnière, & s'y fixe par derrière avec une vis. Je la place toûjours, comme on la voit dans la *Figure*; c'eſt-à-dire, que quand le

le Baromètre est mis entre les branches antèrieures du *pied*, reposant sur le terrein par le bas, il doit entrer en haut dans la *presse*, dont je serre les vis pour le fixer. Si le terrein est uni; je mets le Baromètre à plomb, en le faisant mouvoir par le bas; son coussinet inférieur, rend ce mouvement très facile, parce qu'il fléchit. Mais si le terrein est raboteux; je cherche d'abord à placer le Baromètre à peu-près verticalement, & j'achève de le mettre dans cette position, par le moyen des vis de la *presse*. A l'aide de ce *pied*, & de la machine qui arrête les oscillations du *plomb*, je place mon Baromètre solidement & verticalement dans moins d'une minute, quelque forme qu'aît le terrein (*a*).

506. Le *tourrillon* sur lequel la *presse* est fixée, est percé dans le sens de sa longueur, pour recevoir le marche d'un parasol, dont je me sers pour garantir ma boëte du soleil, soit pendant les expèriences, soit dans la marche lorsque j'approche du lieu où je me propose d'observer. J'ai fait voir ci-devant la nécessité de cette précaution, pour empêcher l'inégale distribution de la chaleur, entre le Baromètre & le Thermomètre (368). Moyen de le garantir du soleil.

507. Après avoir été plusieurs fois sur les montagnes avec mon Baromètre; je pensai qu'il seroit fort utile d'y joindre un niveau, pour estimer, par la hauteur des lieux où l'on se trouve, celle des lieux circonvoisins. La solidité du *pied* que je viens de décrire, celle de la boëte de mon Baromètre, & la justesse de son *à plomb*, rendoient cette addition facile: il ne manquoit à tout cela que des *pinules*; & je trouvai à les placer commodément sur la boëte du Baromètre. Elles sont dans sa partie supèrieure (*Pl.* 2, *Fig.* 3). La *pinule* qui porte le fil, est attachée sur la porte en dedans. C'est une pièce de leton, courbée à angle droit, dont un des côtés, plus grand que l'autre, est enchassé dans le bois, & tient solidement par deux vis: l'autre côté de cette plaque est vuidé & garni d'un fil d'argent très délié, bien tendu.

(*a*) Quant à la manière de placer le Baromètre dans l'intérieur des maisons lorsqu'on voyage, je l'indique dans la note du §. 763.

tendu. La *pinule* qui porte le trou, eſt au côté oppoſé de la boëte, contre lequel elle tient par trois vis. Le petit trou eſt ſur une pièce de leton qui entre en couliſſe dans la *pinule*; & il ſe trouve devant un grand trou: deſorte qu'on peut le placer à volonté. Quand on ferme la boëte, la *pinule* qui porte le fil, entre dans une cavité qui eſt à côté de l'autre *pinule*. Les charnières de la porte ſont ajuſtées de manière, qu'elles l'arrêtent lorſqu'elle a fait un demi tour: enſorte que la ſurface intérieure de la porte, & la ſurface antérieure des deux côtés de la boëte, ſe trouvent exactement dans le même plan: les *pinules* ſont alors vis-à-vis l'une de l'autre à 7 *pouces* de diſtance.

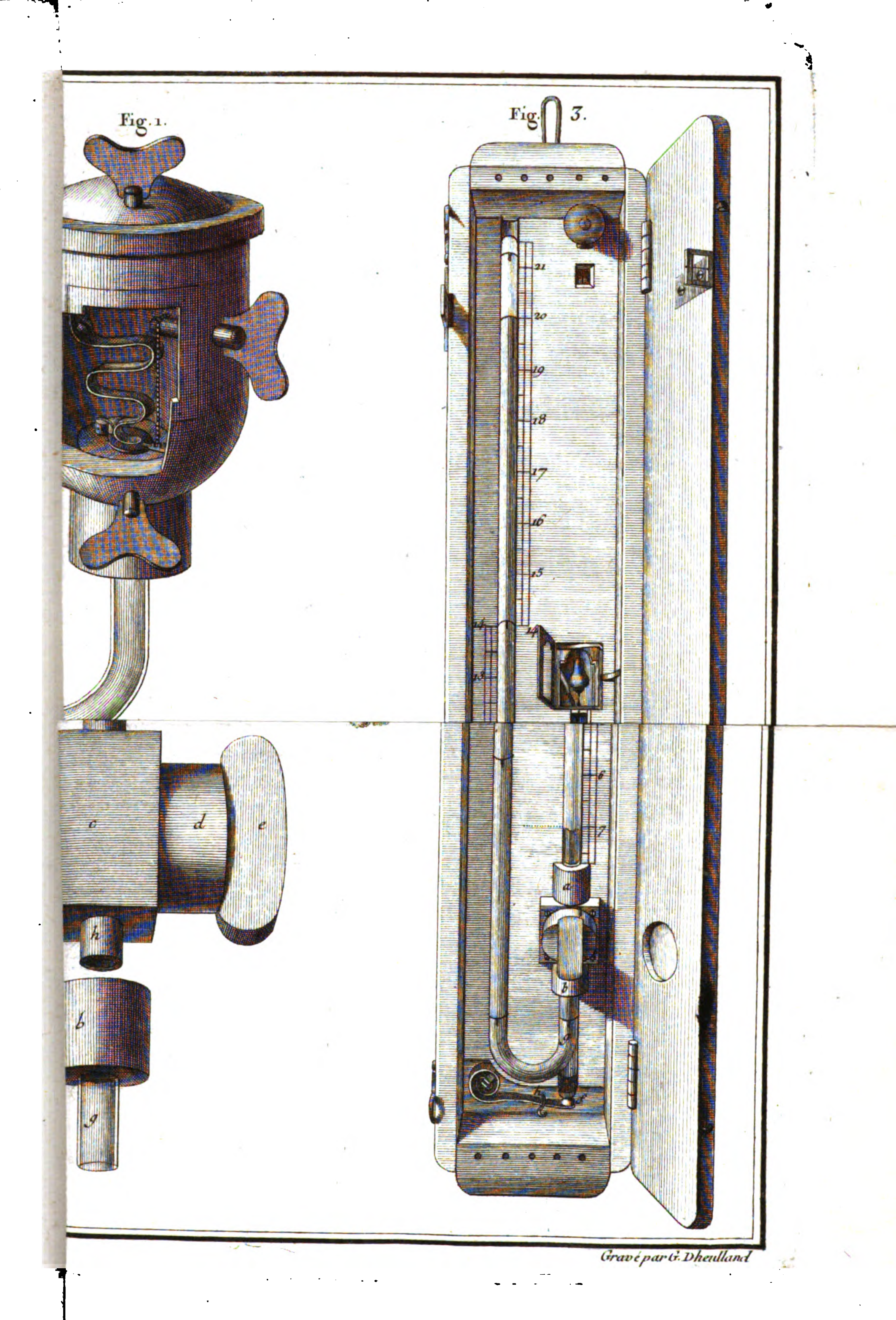
On *rectifie* aiſément ce niveau, par la méthode ordinaire; en élevant ou abaiſſant le petit trou: c'eſt à quoi ſert la couliſſe dont j'ai parlé.

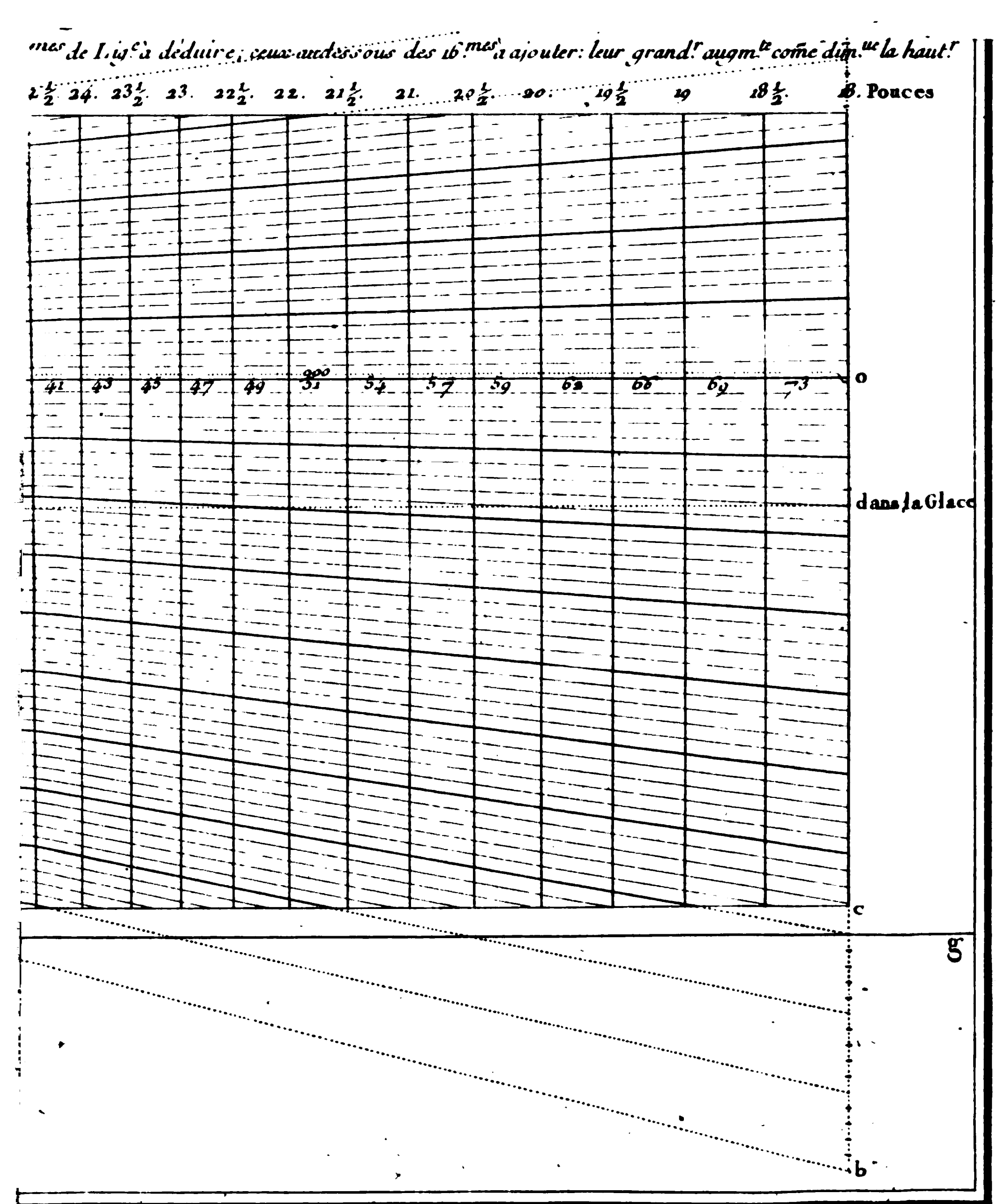
Lorſqu'il ne s'agira que de quelques obſervations particulières, on pourra ſimplifier pluſieurs des inſtrumens décris dans ce chap.

Voilà quels ſont les inſtrumens dont je me ſuis ſervi dans mes expèriences. J'eſpère que les détails dans leſquels je ſuis entré, épargneront quelques récherches à ceux qui voudroient en conſtruire de ſemblables; & feront connoître une partie des ſoins que j'ai pris pour éviter l'erreur. Le plan d'obſervations que j'avois formé, exigeoit abſolument des machines qui puſſent abrèger le travail: & comme je cherchois à établir des règles; j'étois obligé à de grands ſoins, & à une ſcrupuleuſe exactitude. Mais lorſqu'il ne s'agira que d'expériences particulières; il ſera facile de ſupprimer une partie de l'appareil, en donnant, s'il eſt néceſſaire, un peu plus de tems à l'obſervation. Je ne m'arrêterai pas à indiquer quelles ſont les précautions qu'on peut négliger ſans conſéquence: tout Phyſicien attentif comprendra aiſément, après la lecture de mon Ouvrage, celles qui ſeront eſſentielles aux obſervations qu'il ſe propoſera d'entreprendre.

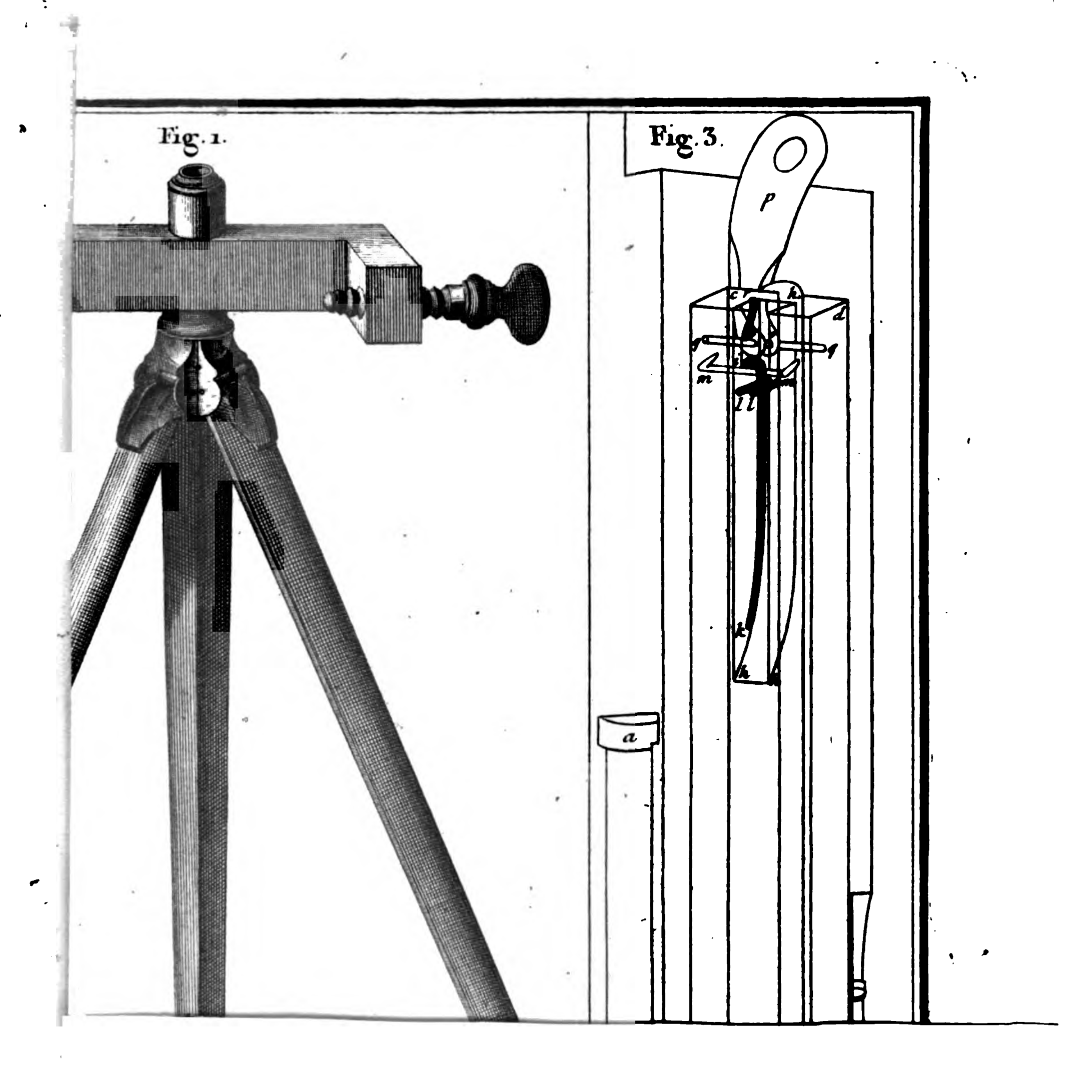


CHAPITRE


Fig. 1.
Fig. 3.
21
20
19
18
17
16
15
14
6
7
c
d
e
h
b
g
a
b
Gravé par G. Dheulland



Gravé par G. Dheulland


Fig. 1.
Fig. 3.
p
c
k
d
g
q
m
l l
k
k
a

CHAPITRE SECOND.

Mesures de la hauteur des lieux destinés aux Observations qui font l'objet des Chapitres suivans.

MON but principal dans cet Ouvrage, est de comparer des *hauteurs* connues, avec les *abaissemens du mercure* dans le Baromètre observé à ces mêmes *hauteurs*; pour en tirer une règle générale, au moyen de laquelle on puisse à l'avenir; mesurer les *hauteurs* accessibles; & connoître par-tout & en tout tems, la *densité* & le *poids absolu* de l'air.

J'ai exposé jusqu'ici toutes les précautions que j'ai prises pour que le Baromètre ne me trompât point. Il s'agit à présent de celles que j'ai apportées à la mesure de la hauteur des lieux, où j'ai fait mes expériences.

Cette partie est mieux connuë que la prémière: cependant, lorsqu'on veut inspirer de la confiance pour les résultats d'un travail, dont les conséquences sont très étendues, & dans lequel bien des causes peuvent introduire l'erreur; on ne doit rien omettre de ce qui est propre à lever ou à prévenir les doutes qui peuvent naître chez ceux qu'on veut persuader. Je dirai plus, on doit même leur fournir les moyens de découvrir ses propres erreurs; en travaillant pour ainsi dire sous leurs yeux; & en les mettant ainsi en état, de juger eux-mêmes, lorsqu'ils voudront s'en donner la peine, si les conséquences qu'on tire de ses observations, en découlent véritablement. Je vais donc entrer dans quelques détails sur mes *mesures*.

Mesure de quinze stations dans la Montagne de Salève.

508. Je choisis pour mes prémières observations, dans une montagne voisine de Geneve, nommée *Salève*, six points différemment élevés, qu'on pouvoit discerner aisément de la plaine: & j'y plaçai des signaux, pour les déterminer avec plus de précision. Je mesurai ensuite, sur la glace, dans un fossé qui borde un chemin droit, une base de 3400 pieds;

Choix de 6 stations dans la montagne de *Salève*.

Mesure d'une base.

pieds; distante de demi lieuë de quelques-unes de mes stations, & d'une à deux lieuës de quelques autres. J'employai pour prendre les angles, un Quart-de-cercle de trois pieds de rayon; fait par *Butterfield*, & dont cet habile artiste se fairoit honneur. Ce Quart-de-cercle avoit appartenu à Mr. *Fatio de Duillier*, qui en fit présent à notre Bibliothèque publique. J'y ajoutai un micromètre, & des *conducteurs*, pour observer plus exactement.

Celle des angles avec un quart-de-cercle de 3 pieds de rayon.

Raisons d'employer une autre manière de mesurer les hauteurs.

La *réfraction*.

509. Je pouvois être content de cette mesure; il n'est pas commun de trouver une base aussi commode, ni un si bon instrument. Cependant deux choses m'inquiétoient: l'une est la *réfraction*, dont il m'étoit bien difficile de corriger sûrement les effets. Mr. *de la Condamine* en indique un moyen (*a*), qui consiste à prendre pour l'effet de la *réfraction*, la moitié de la différence des angles de hauteur & de dépression réciproques; après la correction qu'exige la rondeur de la Terre. Mais il m'étoit presqu'impossible de transporter, & de placer mon Quart-de-cercle à plusieurs de mes signaux, pour prendre les angles de dépression: & d'ailleurs je n'étois pas assuré, qu'au moment où je les prendrois, l'état de l'air seroit semblable à ce qu'il étoit lorsque j'avois pris les angles de hauteur.

Le trop petit nombre de stations.

L'autre objet qui m'occupoit l'esprit, étoit le petit nombre de stations auquel j'avois été borné, par la difficulté de trouver dans la montagne, des lieux accessibles, qui pussent être vûs de ma *base*.

510. Ces deux considérations me firent penser au *nivellement*. J'examinai pour cet effet les meilleurs *niveaux* dont la description m'étoit connuë; mais je n'en trouvai aucun, qui ne fût sujet à quelqu'inconvénient, pour l'usage auquel je voulois l'employer. Ce n'étoit pas une petite entreprise, que de *niveler* une pente d'environ 3000 pieds de hauteur verticale; dans un trajet de près de cinq lieuës; parmi les brossailles & les rochers, & dans une région où les vents, en ébranlant l'instrument, rendent les opérations peu exactes, ou du moins longues & pénibles.

Je

(*a*) *Mesure des trois premiers degrés du Méridien dans l'Hemisphère Austral*; Iere Part. Article 13.

Un niveau conſtruit, & la montagne nivellée.

511. Je me déterminai donc à conſtruire moi-même un *niveau*, que je rendis propre à cette opération; & au moyen duquel, mon frère & moi, aidés par un ſeul homme, nous nivelames dans 30 heures, avec une perche de 36 pieds; tout l'eſpace dont j'ai parlé ci-deſſus.

Quinze ſtations fixées.

512. Nous fixames en même-tems quinze ſtations, dans leſquelles ſe trouvèrent compriſes les ſix prémières, meſurées avec le Quart-de-cercle. Voici la comparaiſon des *hauteurs* trouvées par les deux méthodes, pour deux des ſtations les plus élevées.

513. *Hauteur* trouvée par le calcul immédiat de l'opération Geométrique, pour le ſommet de la montagne .. 2916 *pieds*.

A quoi il faut ajoûter pour la rondeur de la Terre ſur une diſtance de 28365 pieds . . . . . . environ 20

2936

Différence des réſultats du nivellement & de l'opération trigonométrique.

Hauteur trouvée par le *nivellement* 2926

différence . . . . . 10 *pieds*.

Hauteur d'une autre ſtation, par l'opération Geométrique . . . . 2595 *pieds*.

Pour la rondeur de la Terre ſur une diſtance de 12158 *pieds*, ... environ 4

2599

Hauteur trouvée par le *nivellement* 2584

différence . . . 15 *pieds*.

Cette différence vient en plus grande partie de la réfraction.

514. Le nivellement me donna donc moins de hauteur, que l'opération faite avec le Quart-de-cercle; ce qui ne pouvoit être attribué qu'à la *réfraction*. Il n'y avoit point d'erreur dans les meſures actuelles : la perche qui ſervit au *nivellement*, & celles que j'emploiai à la meſure de la *baſe*, furent faites ſur le même étalon, & avec autant d'exactitude que j'en aurois apporté pour faire l'*échelle* d'un Baromètre.

Incertitude ſur le choix entre les deux réſultats.

Cependant ; comme je ne ſavois point certainement ſi j'étois fondé à donner la préférence au *nivellement*, ſur l'opération faite avec le Quart-de-cercle ; je penſai à rèpèter le prémier ; & je fus confirmé dans cette réſolution par un incident.

Et ſur quelques détails du nivellement.

J'avois *nivellé* la montagne d'un bout à l'autre, ſans interrompre la ſuite des *perches* entières, pour fixer mes quinze ſtations ; & je m'étois contenté de quelques notes, rélativement à ce qu'il falloit ajouter ou déduire de la ſomme des *perches*, juſqu'au point le plus prochain de chaque ſtation. Depuis mon *nivellement*, dont la ſimple addition m'avoit donné la hauteur totale de la montagne ; il s'écoula plus de ſix mois avant que mes occupations me permiſſent de déterminer les hauteurs des ſtations intermédiaires ; & quand j'entrepris de les déterminer, ma mémoire ne me fournit plus, avec aſſez de certitude, quelques circonſtances que je lui avois confiées ; rélatives à la hauteur du *niveau*, qui dans certains cas devoit être déduite, & en d'autre cas ajoutée. Deſorte que je ne pouvois me flater d'avoir obtenu le degré d'exactitude que je m'étois propoſé dès le commencement de mes expériences.

Un ſecond nivellement confirme le prémier.

515. Cette incertitude me décida. Nous entreprîmes de nouveau mon frère & moi, le nivellement de la montagne ; & nous emploiâmes cette ſeconde fois une méthode ſûre, pour fixer les ſtations intermédiaires. Nous trouvâmes effectivement quelques différences à cet égard ; ce qui ſeul ſuffiſoit pour rendre la ſeconde opération utile. Mais nous fûmes plus amplement dédommagés, lorſque nous vîmes que les ſommes totales des deux *nivellemens*, ne différoient que de dix pouces & demi.

On peut donc regarder toutes les *hauteurs* auxquelles j'ai obſervé le Baromètre dans cette montagne, comme déterminées avec toute la préciſion poſſible.

L'utilité que j'ai retirée de mon *niveau*, tant pour la diligence que pour l'exactitude, me déterminera peut-être à en faire le ſujet d'un Mémoire ſéparé. Ces détails me détourneroient trop de mon objet, pour les entreprendre maintenant.

Meſures

Mesures des hauteurs au Cordeau.

516. J'aurai occasion de parler dans la suite, de diverses *hauteurs* que j'ai mesurées au *cordeau*. Quoique cette méthode paroisse d'abord fort simple, elle est sujette néantmoins à un inconvénient dont je dois faire mention. Quand on veut mesurer l'élévation d'un lieu par le moyen d'une corde ; il faut nécessairement la charger d'un poids proportionné à sa grosseur, pour la tenir tenduë. Or dans cet état, elle se détord, elle devient plus mince, & par conséquent plus longue. On la retire ensuite pour la mesurer : & comme elle reprend à peu-près son état naturel ; elle est trop courte alors, pour indiquer exactement la *hauteur* qu'elle mésuroit lorsqu'elle étoit tenduë. Ce changement de longueur varie, suivant que la corde est plus ou moins torduë & chargée, & suivant le plus ou le moins d'humidité de l'air : il est des cas où l'erreur qui résulte de ces changemens, peut aller jusqu'à un cinquantième. Je m'apperçus de ce défaut en mesurant plusieurs fois la même tour en divers tems. La différence que je trouvai dans les résultats, me fit comprendre que cette méthode étoit peu sûre. J'emploiai alors celle que je vais expliquer.

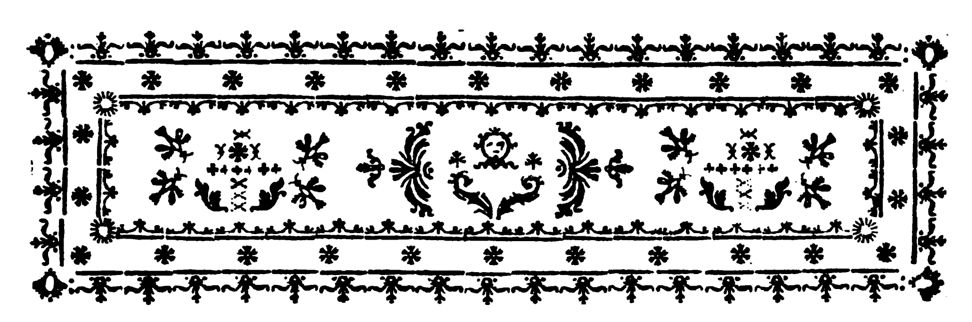
Défaut de la manière ordinaire de mesurer les hauteurs au cordeau.

517. Je me sers d'une ficelle mince, composée seulement de deux brins, & peu torduë ; j'y joins un poids proportionné à sa force & à sa longueur ; je la laisse suspenduë dans l'endroit que je veux mesurer, jusqu'à ce que je n'apperçoive aucun tournoiement dans le poids. Je la retire ensuite le long d'une perche aussi longue que l'emplacement peut le permettre, & dont je marque la longueur avec de l'encre, sur la ficelle dans son état de tension, en faisant parvenir successivement au haut de la perche, les marques faites en bas. Quand la ficelle est retirée, je compte les marques, qui m'indiquent la *hauteur*, avec autant d'exactitude que si j'y avois appliqué la perche d'un bout à l'autre. C'est ainsi que j'ai mesuré toutes les *hauteurs* où j'ai fait des observations hors de la montagne de *Salève*.

Méthode plus sûre.



QUATRIEME



QUATRIÉME PARTIE.

EXPERIENCES ET RECHERCHES

SUR LES MOYENS DE CONNOITRE LA DENSITÉ DE L'AIR, EN TOUT TEMS ET EN TOUT LIEU ; ET D'APPLIQUER CETTE CONNOISSANCE A LA MESURE DES HAUTEURS PAR LE BAROMETRE.

CHAPITRE PREMIER.

Des Effets que produisent les variations de la chaleur *dans l'air, sur la hauteur du mercure dans le Baromètre placé à différentes élévations.*

LES précautions que j'avois prises, pour que des causes étrangères au *poids de l'air*, ne pussent se combiner avec les effets de ce *poids* sur le Baromètre, me mirent en état d'appercevoir dès le commencement de mes observations, un phénomène intéressant, dont l'étude attentive me fit bientôt connoître, que je n'avois pas tout prévû, lorsque j'entrepris ce travail.

Variations opposées dans la hauteur des Baromètres placés à la montagne & dans la plaine.

518. Ayant observé deux fois le Baromètre en un même jour, dans un même endroit de la montagne ; j'y trouvai le mercure plus haut la seconde fois que la prémière. Ce changement ne me surprit point d'abord ; persuadé qu'il s'étoit fait de même dans la plaine, où l'on observoit en même-tems. Mais je fus bien étonné lorsque j'appris, que la varia-

tion s'étoit faite en ſens contraire. Je ne pouvois attribuer cette différence, ni au manque d'exactitude dans les obſervations, ni à quelque défaut dans les Baromètres; il falloit donc qu'elle vînt de l'air, & il me parut d'autant plus éſſentiel d'en chercher la cauſe, que la différence obſervée étoit aſſez conſidérable, pour m'ôter toute eſpérance de réuſſir dans mon travail, ſi je ne trouvois un moyen d'écarter cette cauſe, ou d'en déterminer les effets.

Conjecture ſur la cauſe de cette oppoſition, tirée de ce que l'air n'étoit pas ſerein.

519. L'air n'étoit pas entièrement ſerein lorſque je fis cette remarque; & je crus trouver dans cette circonſtance l'explication du Phénomène qui m'avoit ſurpris. Je penſai, que quand le Baromètre commence à deſcendre, la cauſe de ſon abaiſſement peut n'être pas encore généralement répanduë; & que par conſéquent elle peut influer ſur une colonne de l'atmoſphère, plus que ſur d'autres.

Expériences projettées pour la vérifier.

520. Comme il faut toûjours s'aider de quelque hypothèſe pour imaginer des expériences; je m'arrêtai à celle-là. Je réſolus en conſéquence, de m'aller poſter à l'une de mes ſtations de la montagne, un jour où le Baromètre me paroîtroit devoir être fixe; pour y obſerver depuis le matin juſqu'au ſoir, tandis qu'on en feroit de même à la plaine: me propoſant de plus, ſi je trouvois quelque vraiſemblance à ma conjecture par cette prémière obſervation; c'eſt-à-dire, ſi ce jour là, la marche des Baromètres étoit uniforme, de réiterer l'expérience un jour où le Baromètre inclineroit à monter, & un autre jour qu'il inclineroit à deſcendre.

Expérience faite par un tems ſerein.

521. Je commençai l'exécution de ce plan par un beau jour. J'obſervai chaque quart d'heure le Baromètre & le Thermomètre, depuis le lever du ſoleil juſqu'à ſon coucher, dans un même endroit de la montagne. Le mercure s'éleva dans le Baromètre depuis le commencement juſqu'aux trois quarts de la journée; & il redeſcendit pendant l'autre quart. J'étois très impatient de voir les obſervations faites à la plaine. Dès que j'y fus de retour, je les examinai: mais elles ne m'apprirent rien au prémier coup d'œil; parce que la différence de chaleur du mercure, voiloit la marche des Baromètres: ce qu'il eſt important de remarquer.

Le mercure monta dans le Baromètre de la montagne juſqu'aux trois quarts de la journée, & redeſcendit enſuite.

Ses variations

522. Je fis ſur les hauteurs obſervées du Baromètre, les corrections

furent oppoſées dans le Baromètre de la plaine.

corrections requiſes ſuivant la règle, que j'ai indiquée ci-devant (492); & je plaçai les obſervations correſpondantes les unes à côté des autres. Cet arrangement, par les contraſtes ſinguliers qu'il me préſenta, fut mon prémier guide; & je ne tardai pas à découvrir la cauſe de ce qui m'avoit embaraſſé d'abord. Je vis que mon Baromètre de la montagne s'étoit élevé par une gradation ſenſible, depuis le matin juſqu'aux trois quarts du jour; tandis que celui de la plaine s'étoit abaiſſé dans le même tems: & qu'au contraire, pendant que vers la fin du jour mon Baromètre avoit baiſſé à la montagne; celui de la plaine étoit remonté.

Les Variations du Thermomètre furent ſemblables à celles du Baromètre de la montagne.

523. Je ne pouvois plus regarder le changement de *tems* comme la cauſe de cette ſingulière oppoſition; puiſqu'il avoit été fort beau pendant toute la journée: mais je vis clairement qu'elle étoit produite par les effets des variations de la chaleur ſur l'air. En effet, mon Thermomètre, qui, expoſé tout le jour à la montagne en plein air, devoit exprimer aſſez correctement les variations de ſa température, avoit monté & redeſcendu dans les mêmes tems, où mon Baromètre avoit fait des variations ſemblables. Je compris donc, qu'il falloit chercher dans la température de l'air, la cauſe des différences que j'avois obſervées dans la marche de mes Baromètres. Mais comment l'un des Baromètres peut-il monter, tandis que l'autre deſcend? Voici le raiſonnement que je fis à ce ſujet, & comment je conçus que ces effets oppoſés, procédoient d'une même cauſe.

Explication

Expanſion de l'*air* en trois ſens différens quand la chaleur augmente.

524. Quand le ſoleil, par ſa préſence ſur l'horiſon d'un certain lieu, dilate la portion de l'Atmoſphère qui y repoſe; l'expanſion de l'*air*, doit naturellement s'y faire ſuivant trois directions principales: l'une du couchant au levant, l'autre du levant au couchant, & la troiſième de bas en haut. Conſidérons d'abord ces deux prémières directions; ſoit rélativement aux preuves immédiates qui les démontrent; ſoit par rapport à leur influence ſur le Baromètre de la plaine.

Tranſport de l'*air* du levant au couchant.

525. La ſurface de la Terre, eſt la baſe ſenſible de l'*atmoſphère*; c'eſt le point d'appui immobile, contre lequel elle exerce ſon action. La Terre, par ſa révolution journalière, préſente ſucceſſivement au ſoleil des portions de ſa ſurface,

où l'*air* eſt plus denſe que ſur celles qu'il vient d'échauffer. Dès que le ſoleil paroît ſur un horiſon, l'*air* s'y dilate, & par l'augmentation de ſon volume il ſe porte vers les lieux où cet aſtre n'agit point encore, & vers ceux qu'il vient d'abandonner. C'eſt ainſi que, par un mouvement continuel, l'*air* qui ſort d'un hémiſphère échauffé, va occuper la place abandonnée par l'*air* qui ſe condenſe ſur les parties de la Terre, que le ſoleil n'échauffe plus ; & qu'il eſt pouſſé vers celles qui vont être bientôt réchauffées, mais où, toutes choſes d'ailleurs égales, la chaleur eſt alors dans ſa plus grande diminution diurne, à cauſe de la plus longue abſence du ſoleil.

Preuve tirée du *vent d'Eſt* qui règne ordinairement au lever du ſoleil.

526. Nous avons une preuve de ce dernier mouvement de l'*air*, dans le *vent d'Eſt*, qui accompagne le lever du ſoleil ; & que nous appercevons toûjours dans les lieux découverts, quand il n'y a pas de nuage qui lui faſſe obſtacle, ni d'autre vent qui le domine. Ainſi lorſque le ſoleil eſt ſur nôtre horiſon ; c'eſt nôtre portion d'atmoſphère qui fournit au *vent d'Eſt* pour les païs où le ſoleil ſe lève ſucceſſivement. Elle fournit auſſi à la condenſation de l'*air* pour ceux où le ſoleil ſe couche.

Condenſation de l'*air* au coucher de cet Aſtre.

527. Je ne ferai plus qu'une ſeule remarque à ce ſujet ; car mon deſſein n'eſt point de traiter la matière des vents : ni par conſéquent d'examiner, ce qui doit réſulter du paſſage du ſoleil d'un tropique à l'autre, & du manque d'équilibre entre les colonnes d'*air* différemment échauffées : je dirai ſeulement, que ſi nous n'appercevons pas un vent règulier au coucher du ſoleil ; c'eſt parce que la chaleur commence à diminuer, long-tems avant que le ſoleil ſoit abaiſſé ſous l'horiſon : ce qui fait que l'*air* ſe condenſe peu-à-peu ; & que de nouvel *air* arrive inſenſiblement de tout côté. C'eſt ainſi que nous voyons l'eau preſque calme derrière un vaiſſeau qui la ſillonne, tandis qu'elle refluë du côté de la prouë.

Diminution du poids de l'air ſur la plaine, produite par ces deux cauſes.

528. Il eſt donc certain, qu'à meſure que le ſoleil échauffe une région, il s'y fait des expanſions latérales de l'*air* qui ſe dilate. Ainſi le Baromètre doit baiſſer pendant ce tems-là dans le bas des colonnes ; parce que la quantité d'*air* qui peſoit ſur lui, diminuë ; car la colonne entière qui le ſoutient, n'ayant pas un appui dans le haut, ne peut produire aucun effet ſenſible

ſenſible par ſon *reſſort* (comme l'avoient penſé quelques Phyſiciens) on ne doit compter que ſon *poids*.

529. Mais par cela même que vers le haut, rien ne fait obſtacle à l'expanſion de l'*air*, que le poids des parties ſoulevées ; & que la ſurface de la terre eſt ſon point d'appui ; il doit s'élever de l'*air* de la plaine ſur les montagnes, quand la chaleur va en augmentant. Il faut du tems pour que les colonnes allongées puiſſent ſe verſer ſur leurs voiſines. L'étenduë échauffée par le ſoleil eſt très grande : & comme les parties du milieu ſont plus dilatées que celles des bords ; il doit en réſulter une ſorte de *tumeur*, ſemblable à celle que la lune produit ſur les mers, & du ſommet de laquelle l'*air* doit *couler* vers les parties les plus baſſes. Les colonnes échauffées reſtent donc plus longues, que celles qui le ſont moins : & pendant ce tems-là, il eſt dans chaque colonne un point, déterminé par le degré & la diſtribution de la chaleur, où le poids de l'*air* ſupérieur ne change pas ; parce qu'il ſe fait une compenſation exacte, entre l'augmentation de hauteur de la colonne, & la diminution de ſa denſité. Ce point eſt peu élevé, pour l'ordinaire, au-deſſus de la plaine : mais par la nature des cauſes qui le déterminent, il eſt très variable. A partir de ce point ; plus on s'élève, plus l'effet de l'allongement des colonnes, l'emporte ſur celui de la diminution de leur denſité. Le poids de l'*air* ſupérieur augmente donc, à meſure que la chaleur augmente. C'eſt ce qu'indique le Baromètre. Car, comme je l'ai dit, s'il eſt placé dans un lieu élevé ; il monte, à meſure que l'air s'échauffe au deſſous de lui.

Expanſion de l'air en hauteur.

530. J'ai obſervé un grand nombre de fois cet effet des variations de la chaleur, dans ſes diverſes combinaiſons ; qui peuvent ſe réduire à trois principales.

Effets des variations de la chaleur, ſur les Barom. placés à la montagne & dans la plaine, combinés avec les changemens de poids de l'air, produits par d'autres cauſes.

1°. Quand le Baromètre eſt fixe ; c'eſt-à-dire, lorſque pluſieurs jours de ſuite, le mercure eſt également élevé à la même partie du jour ; il va en baiſſant à la plaine, & en s'élevant à la montagne, lors que la chaleur augmente ; & réciproquement.

2°. Quand la diſpoſition de l'atmoſphère tend à faire monter les Baromètres, en même tems que la chaleur augmente ; celui de la plaine peut reſter au même point, tandis que

 celui



celui de la montagne ; monte par ces deux causes. Ou si le poids de l'atmosphère augmente encore ; la hauteur du prémier Baromètre augmente alors, mais moins que celle du dernier. Et lorsque la chaleur diminuë ; le Baromètre de la montagne peut cesser de monter, tandis que celui de la plaine monte à son tour par une double cause.

3°. Si le mercure doit s'abaisser dans les Baromètres, à cause d'un changement dans l'état de l'air ; & que la chaleur augmente : il pourra rester immobile dans le Baromètre de la montagne, tandis qu'il descendra dans celui de la plaine (*a*). Ou si la diminution dans le poids de l'atmosphère est plus considérable ; le mercure descendra aussi dans le prémier Baromètre, mais il descendra moins que dans le dernier : & réciproquement, pour la diminution de la chaleur.

Le plus ou le moins d'opposition ou de différence dans les mouvemens des deux Baromètres, depend du plus ou moins de différence dans la hauteur des lieux : cela découle naturellement de ce qui précéde.

Il faut nécessairement connoître la température des colonnes d'air dont on veut mesurer la hauteur par le Bar.

531. Après avoir examiné ces Phénomènes & toutes leurs conséquences ; je ne pus me dissimuler, qu'il falloit cesser mon travail, ou chercher les moyens de connoître le degré moyen de chaleur de la colonne d'air que je voulois mesurer, & l'influence de ses variations sur la hauteur rélative du mercure dans les Baromètres. (*b*). Je

(*a*) Outre mes observations à la Montagne de *Salève* sur cette immobilité du Baromètre dans les lieux élevés, en certains tems, tandis qu'il descend à la plaine ; j'en ai fait une nouvelle le 27 Août de cette année (1763) au sommet du *Mole*, montagne du *Faucigny* beaucoup plus élevée que Salève. Le mercure y fut immobile dans le Baromètre depuis onze heures jusqu'à midi, tandis qu'il s'abaissa d'un quart de ligne dans les Baromètres de la plaine ; aussi la chaleur avoit elle augmenté d'environ un degré & demi de la division en 80 *parties*. Je trouvai, par l'observation du Baromètre ; la hauteur du *Mole*, audessus du *Lac de Geneve*, de 4560 pieds.

(*b*) Dans l'histoire des tentatives pour mesurer les *hauteurs* par le Baromètre, j'ai ràpporté (pag. 183 du Ier. volume) celle qu'a faite M. *Lambert*, membre de l'Académie de *Berlin*. Comme cette partie est imprimée depuis long-tems, M. *le Sage* qui est en correspondance avec M. *Lambert*, me demanda un exemplaire de la feuille où je parle de sa méthode, pour le lui communiquer. Voici la réponse que lui fit M. *Lambert* à ce sujet ; je me fais un plaisir de la publier, parce qu'elle témoigne que M. *Lambert* avoit pensé aux effets que doivent produire les différences de la chaleur, sur les rapports des hauteurs de l'air avec les abaissemens du mercure dans le Baromètre.

» La feuille de l'ouvrage de M. De Luc » m'a bien fait plaisir, & je vous en dois, » Monsieur bien des remercimens. Voici les

532. Je ne vis rien de mieux pour cela, que d'obſerver la chaleur des deux extrêmités de la colonne d'air compriſe entre les deux Baromètres ; & d'avoir pour cet effet deux Thermomètres expoſés à l'air libre, un dans la plaine, & l'autre ſur la montagne.

Et pour cet effet obſerver le Thermom. au moins à ſes deux extrêmités.

CHAPITRE SECOND.

Défaut des Thermomètres ordinaires pour indiquer le degré de chaleur de l'air, quand il eſt échauffé par le ſoleil. Manière d'en conſtruire qui ſoient propres à cet uſage.

LOrſque j'eus reconnu la néceſſité d'obſerver la température de l'air pendant les expèriences du Baromètre, j'examinai le Thermomètre rélativement à cet objet ; & je ſoupçonnai d'abord que ſa conſtruction ordinaire ne devoit pas y être propre.

533. Dans cette idée j'en éprouvai pluſieurs, en les expoſant

Quand les Therm. ſont expoſés au ſoleil ; la différence de denſité de leur monture, influë ſur leur hauteur

» remarques que j'ai faites ſur cette feuille, » & que vous pourrez, ſi vous le jugez » à propos, communiquer à M. De Luc.

» A juger de cette feuille, il ſemble » que M. De Luc n'a vu de ce que j'ai écrit » ſur cette matière, que ce qui ſe trouve » dans l'ouvrage qu'il cite. Or, dans cet » ouvrage, je rapporte en termes exprès » (p. 461 § 52) la reſtriction : *ſi l'état* » *de l'air n'étoit point altéré par la chaleur* » *& par les vapeurs.* J'aurois ſouhaité » que M. De Luc eût bien voulu en faire » mention. Car ce n'eſt qu'en forme d'e» xemple, que je parle en cet endroit » des hauteurs Barométriques.

» Les hauteurs des montagnes dont je » donne la liſte, ne ſont pas les mêmes que » celles que donne M Caſſini, qui les » a meſurées. Mais, ce ſont celles que » j'ai trouvées, après avoir corrigé les » meſures par l'évaluation des réfractions » terreſtres. Et ces corrections montent à » 40, 50 & même juſqu'à 80 *toiſes*. Il » y avoit même un cas, où il falloit » ſouſtraire 168 ½ *toiſes*, parce que la » montagne avoit été meſurée à une diſ» tance de 87740 *toiſes*. Tout cela ſe trou» ve dans un petit traité que je fis impri» mer à la Haye en 1758, ſur *les pro-* » *priétés remarquables des routes de la lu-* » *mière par les airs, & en général par plu-* » *ſieurs milieux refringens ſphériques &* » *concentriques &c.* C'eſt-là auſſi que je » dis, que ces obſervations Barométriques » ont été faites dans un même climat, & » dans une même ſaiſon de l'année &c. »

M. Lambert fait encore mention dans ſa lettre, d'un Mémoire qu'il a adreſſé ſur le même ſujet à l'Académie de Bavière en 1762, mais qui n'étoit pas encore imprimé.

Il eſt vrai, comme l'a bien compris M. *Lambert*, que je n'avois vû de lui ſur ce ſujet que l'ouvrage que j'ai cité : & même je n'en avois vu proprement, que le paſſage dont j'ai fait l'extrait : parce que cet ouvrage eſt en Allemand que je n'entends pas ; & que la perſonne qui me l'avoit fait connoître, ne m'avoit traduit que ce paſſage.

posant en plein air. Les uns étoient montés sur du sapin; d'autres sur du poirier; d'autres enfin sur des plaques de cuivre, perçées vis-à-vis de la boule. Tous ces Thermomètres étoient d'accord dans ma chambre : mais lorsqu'ils furent exposés au soleil, ils montèrent très diversement; & se tinrent d'autant plus haut, que la matière de leur monture étoit plus dense : la différence entre les Thermomètres qui étoient sur du cuivre & ceux qui étoient montés en sapin, alla jusqu'à 3 degrés. Je réiterai plusieurs fois cette expèrience, & je trouvai toûjours le même ordre de variation, mais dans des rapports différens.

Les montures en général contribuent à échauffer les Thermomètres dans ce cas là.

534. Je suspendis ensuite au soleil, les mêmes Thermomètres, sans monture; je marquai la hauteur du mercure sur les tubes; ils se tinrent tous à la même hauteur, & tous aussi plus bas qu'ils n'étoient avant de les séparer de leur monture.

Parce qu'elles augmentent l'action du soleil.

535. Il est aisé de voir quelle est la cause de ces différences. La boule d'un Thermomètre sans monture, ne reçoit le soleil que par un de ses hémisphères; l'autre est continuellement *rafraichi* par toutes les causes qui se combinent dans l'air avec le soleil, pour déterminer son degré de chaleur. Ces combinaisons se font aussi dans le mercure; & déterminent son degré de dilatation. Au lieu qu'un Thermomêtre *monté*, n'étant point *rafraichi* par derrière; tout le mercure qu'il contient, s'échauffe, comme si le soleil agissoit seul dans l'air : & cela d'autant plus, que la monture est d'une matière plus dense. L'ouverture faite aux plaques de cuivre, derrière la boule des Thermomètres dont j'ai parlé, ne pouvoit empêcher une grande partie de cet effet, parce que la largeur de la monture empêchoit la circulation de l'air, & que la plaque de cuivre, échauffée par le soleil, communiquoit sa chaleur au Thermomètre qui lui étoit contigu.

Il faut que la boule soit entièrement isolée.

536. Ainsi; pour avoir des Thermomètres comparables, quoiqu'exposés au soleil; il faut nécessairement que leur boule soit isolée; & que leur échelle ne soit fixée qu'au tube. Ceux que j'ai fait de cette manière, ont toûjours été d'accord. Cela seul suffit pour prouver, qu'ils expriment bien la température de l'air. Mais j'ai observé de plus, étant en campagne;

pagne ; que leur dilatation ne changeoit point, quand même une feuille d'arbre garantissoit leur boule de l'action du soleil ; pourvu néantmoins qu'elle fût à quelque distance. Or dans ce cas, la petite couche d'air qui environnoit la boule du Thermomètre, & la boule même, étoient sûrement à la température de l'air qui les entouroit. J'ai aussi remarqué, qu'en adossant deux Thermomètres montés sur du sapin, & les exposant en plein air, l'un tourné vers le soleil, & l'autre en sens contraire ; le prémier se tenoit plus haut que ceux à boule isolée, & l'autre plus bas, & que le terme moyen entr'eux, indiquoit à peu-près la vraie température de l'air.

537. Le Thermomètre dont j'ai fait usage pour mes observations, se voit dans la *Fig.* 3, de la *Pl.* II. : il est fixé à la petite *porte c, d.* J'ai représenté de grandeur naturelle, dans la *Fig.* 3, *Pl.* IV. cette *porte*, & le Thermomètre qui lui est joint ; afin d'indiquer, s'il est possible, le moyen dont je me suis servi pour le faire tenir solidement dans la boëte, sans nuire à la facilité de l'en retirer, lorsque je veux en faire usage.

Description d'un Thermomètre propre à indiquer la température de l'air libre.

Le tube de ce Thermomètre est très capillaire, & le diamètre extérieur de sa boule n'a que trois lignes. Il est bon que cette boule soit petite, afin que le mercure soit plus promptement réduit à la température de l'air environnant ; ce qui abrège les observations.

Je fixe le tube par deux liens de fil de cuivre garni de soye, sur une petite pièce de sapin *c, d, e, f*, (*Pl.* IV, *Fig.* 3) ; coupée en talus par le bas, pour que le soleil puisse toûjours atteindre la boule, qui est isolée, de même qu'une portion du tube d'environ demi pouce. Le tube est recourbé par le haut ; afin qu'il ne puisse glisser sur la pièce de bois, qui porte l'échelle.

La petitesse & la légèreté de ce Thermomètre, le rendent très commode en campagne. La plus petite branche d'arbuste suffit pour le soutenir : je l'attache même souvent à une feuille d'arbre avec une épingle. Il risque moins aussi de se rompre, s'il vient à tomber par quelqu'accident ; comme il lui est arrivé plus d'une fois. Pour le garantir dans la boëte

même, je lui ai fait une loge *g*, *g*, *g*, qui eſt fixée à la petite *porte*. Cette loge eſt garnie d'un couſſinet de coton, couvert de mouſſeline, au fond duquel la boule eſt appuiée.

Manière de fixer ce Thermomètre dans la boëte du Baromètre.

538. Je n'ai reprèſenté la pièce de ſapin ſur laquelle ſe met la diviſion, que par les traits de ſes angles; afin de pouvoir deſſiner les pièces intérieures, comme ſi celle de ſapin étoit tranſparente. Ces pièces intérieures, que je vais décrire, ſervent à fixer le Thermomètre ſur la petite *porte*, de manière qu'on puiſſe l'ôter & le remettre aiſément.

Les traits *h*, *h*, *h*, *h*, déſignent un enfoncement qui eſt dans la monture du Thermomètre, derrière le haut du tube. Cet enfoncement ſert à loger un reſſort de fil de leton *r*, *i*, *k*, planté en *k*, dans la petite *porte*. Le reſſort eſt plié en *i*, & ſa courbure entre dans une petite foſſe. *l*, *l*, ſont deux chevilles plantées aux côtés du reſſort, pour le contenir. Elles entrent, comme le reſſort, dans l'enfoncement *h*, *h*, *h*, *h*, de la monture du Thermomètre, & l'empêchent auſſi de varier à droite ou à gauche. *m*, *m*, eſt une traverſe en forme de crampon, plantée derrière la monture, & enfoncée juſqu'à niveau de ſa ſurface. Lorſqu'on veut mettre le Thermomètre à ſa place dans la boëte du Baromètre, on le poſe plus haut qu'il n'eſt reprèſenté, afin que la traverſe *m*, *m*, ſe prèſente au-deſſus du *bec*, *r*, du reſſort. Alors, pouſſant le Thermomètre de haut en bas, la *traverſe* ſoulève le *bec*, à cauſe de l'inclinaiſon de celui-ci; elle fait ſortir le coude du reſſort de ſon enfoncement, & gliſſe par deſſous: quand elle a paſſé ce coude, le reſſort s'enfonce de nouveau; & la *traverſe* qui l'a dépaſſé, empêche que le Thermomètre ne puiſſe remonter. C'eſt dans cette poſition qu'il eſt reprèſenté par la *Figure*. En même tems que la *traverſe* ſe prèſente au devant du reſſort, une pointe *n*, *n*, plantée parallèlement à la petite *porte*, dans la conſole qui ſert de loge à la boule du Thermomètre, entre dans un trou de ſa monture. Ainſi quand la traverſe *m*, *m*, a paſſé au deſſous du reſſort; le Thermomètre ne peut ſe mouvoir, dans aucun ſens.

La pièce *p*, placée au haut du Thermomètre, eſt de leton. Elle eſt fenduë dans ſa partie inférieure; ſes bords ſont relèvés

à

à angle droit, des deux côtés de la fente; leurs extrêmités *o*, *o*, sont arrondies & perçées d'un trou. Une goupille *q*, *q*, passe par ces trous, en traversant la monture du Thermomètre: ensorte que la pièce, *p*, est attachée à cette monture, & se meut librement sur la goupille. Quant on met le Thermomètre à sa place, le *bec* du ressort passe entre les deux bras *o*, *o*, de la pièce *p*, & vient se présenter sur cette pièce au-dessus de sa fente, vis-à-vis de *r*.

Lorsqu'on veut ôter le Thermomètre; on le prend par le haut, entre le pouce & le troisième doigt; on porte le second doigt derrière la pièce de leton *p*; & en la tirant en avant, on soulève le ressort par son *bec*, contre lequel elle appuie en *r*. Pendant que le ressort est soulevé; on tire le Thermomètre de bas en haut, la *traverse m*, *m*, passe alors sous le ressort; la pointe *n*, *n*, sort de son trou, & le Thermomètre est libre. On le suspend par le trou de la pièce *p*; ou par un cordon qu'on passe dans ce trou. Toutes ces opérations se font très promptement & sans gêne.

539. Lorsque je commençai mes observations, je ne savois point encore quelle échelle conviendroit à ce Thermomètre; j'y mis provisionnellement celle de 80 parties entre les points fixes. Echelle employée provisionnellement pour ce Thermomètre.

C'est avec cette espèce de Thermomètre que je recommençai mes observations. J'en exposois un en plein air pendant que j'observois à la montagne; & l'on en observoit un semblablement à la plaine. Je réunissois les deux observations, & je considérois leur terme moyen, comme représentant la chaleur moyenne de la colonne d'air comprise entre les deux stations.

C'étoit avoir beaucoup avancé dans la carrière, que d'être parvenu à ce point: mais il falloit encore bien du travail pour en tirer des conséquences utiles. Il s'agissoit de faire assez d'observations, à diverses hauteurs & températures, pour trouver les loix que suit l'Atmosphère dans sa dilatation par la chaleur; & pour découvrir si d'autres causes ne se joignoient point à celle-là, dans les variations que j'avois observées.

Je ne me rebutai point à la vuê de ce travail; parce qu'il me promettoit des découvertes intéressantes : & j'ai fait de 1755, à 1760, plus de quatre cents observations; tant sur la montagne de *Salève*, qu'en d'autres lieux. On verra ces observations avec leurs résultats dans le chapitre suivant.

CHAPITRE TROISIEME.

Recherches des Loix que suivent les DILATATIONS de L'AIR, par la CHALEUR, & par la diminution de la pression qu'exerçent ses Parties les unes sur les autres, dans le sens vertical. Règle générale qui résulte de ces Loix, pour mesurer par le Baromètre la hauteur des lieux accessibles.

Complication des effets de la chaleur & de la pression dans l'Atmosphère.

540. LEs deux causes dont je vais traiter, se compliquoient tellement dans mes expériences du Baromètre; que ce n'est qu'avec beaucoup de tems & de peine, que je suis parvenu à démêler l'influence de chacune d'elles, dans la production de l'effet total. Pour découvrir la loi que suivoient les dilatations de l'air, par l'une de ces causes; il falloit trouver quelque moyen de soustraire les effets de l'autre; & je ne pouvois y parvenir, que par de longs tâtonnemens. J'avois de l'avantage pour la sûreté de mes recherches, dans le grand nombre d'observations que j'avois rassemblées : mais il en résultoit aussi bien du travail à chaque tentative. Cependant, animé d'abord par l'attrait d'une découverte; soutenu ensuite par la crainte de voir sans fruit les travaux passés; ranimé par l'espérance du succès au moment où j'allois perdre courage, j'en suis enfin venu à bout.

Prémière tentative pour démêler l'effet de la chaleur sur le poids de l'air.

Prémière table des hauteurs correspondantes aux abaissemens du

541. La prémière combinaison que je fis de mes expériences dans la montagne de *Salève*, fut de comparer l'élévation, d'ailleurs connuë (508.) des lieux où j'avois observé;

vé ; avec l'abaiſſement moyen du mercure dans le Baromètre : puis, raſſemblant tous les réſultats de ces comparaiſons ; je formai, par l'expérience & ſans égard à aucune théorie, une table des *hauteurs*, ſuppoſées correſpondantes aux *abaiſſemens du mercure.* Je calculai enſuite chacune de mes obſervations par cette prémière table ; en rangeant celles que j'avois faites au même lieu, ſuivant l'ordre des augmentations de chaleur de l'air, indiquées par le terme moyen des obſervations du Thermomètre, faites dans la plaine & ſur la montagne. Après quoi je cherchai, pour toutes mes ſtations, la différence moyenne qu'occaſionnoit dans les *hauteurs* réſultantes du calcul, une variation de chaleur correſpondante à un degré du Thermomètre : & de la comparaiſon générale des réſultats, je tirai une prémière formule pour ſouſtraire les effets de cette cauſe.

mercure, tirée des réſultats moyens.

Prémière manière de corriger l'effet de la chaleur ; tirée de l'écart de chaque obſervation, comparée avec le réſultat moyen dans chaque ſtation.

542. Je corrigeai par cette formule, les *hauteurs* données par le prémier calcul, pour chaque obſervation : ce qui les rendit beaucoup plus uniformes. Mais comme la prémière valeur que j'avois aſſignée à chaque ligne d'*abaiſſement* ſucceſſif du mercure dans le Baromètre ; réſultoit des obſervations immédiates, ſans corrections pour la chaleur, il fallut changer cette valeur en une autre, qui quadrât de nouveau, le mieux poſſible, avec les *hauteurs* réelles.

Seconde table des hauteurs correſp. &c. après la Iere. correction pour la chaleur.

543. Je dois dire ici, qu'entraîné dès le commencement de mes obſervations, par l'exemple de la plûpart des Phyſiciens qui ont traité cette matière (j'en excepte Mr. Bouguer, dont l'ouvrage ne m'étoit pas encore connu) ; j'étois préoccupé de l'idée, que toute progreſſion du genre de celle que je cherchois, devoit néceſſairement commencer depuis le niveau de la mer (*a*) : & que par conſéquent, il falloit connoître l'élévation du lieu où l'on obſervoit, relativement à cette baſe commune des *hauteurs* terreſtres. C'eſt pourquoi je cherchai à

Cette table avoit pour baſe le niveau de la mer, comme on le pratique à l'ordinaire.

(*a*) On a vu que cette méthode a été emploiée par tous ceux dont j'ai rapporté les règles dans le Chap. IV. de la Iere. Partie, excepté par M. *Bouguer.* Voici encore comment s'exprime M. *Deſaguliers* ſur ce ſujet : *on meſure ordinairement*, dit-il, *la hauteur du mercure dans le Baromètre depuis le niveau de la mer, auquel on doit réduire toutes les obſervations, ſi l'on veut être exact.* (*Cours de Phyſ. exp.* traduit par le P. *Pezenas Tom.* II. *pag.* 287. 4°.)

à me procurer cette connoiſſance ; & j'y parvins en faiſant exprès à *Gènes* des obſervations, dont je rendrai compte dans la ſuite. Ayant donc obtenu ce point, que je croyois indiſpenſable ; je le fis entrer comme une des conditions eſſentielles dans mes recherches : c'eſt-à-dire, que je faiſois correſpondre une *hauteur* poſitive, à chaque ligne d'*abaiſſement* du mercure dans le Baromètre, au deſſous de ſa hauteur moyenne au bord de la mer, eſtimée 28 *pouces*. Telle étoit la méthode ordinaire, dont je ne me défiois point.

On s'apperçoit déja que je vais parcourir une carrière de tâtonnemens ; & l'on penſeroit peut-être qu'ayant annoncé une règle fixe, je devrois ſupprimer le détail de mes prémiers eſſais, & commencer par le ſimple énoncé de la règle que j'ai trouvée ; en l'accompagnant des expériences qui lui ſervent de fondement. Pour répondre d'avance à cette objection, je dois faire remarquer ; qu'il n'y a rien d'arbitraire dans toutes celles de mes tentatives dont je ferai mention ; & que j'ai été conduit pas à pas par la nature. Le récit de ces tentatives fera connoître pluſieurs exceptions auxquelles on n'avoit pas pris garde : & lorſqu'après cette gradation de développement, j'expoſerai le dernier période auquel je ſuis parvenu ; je ne ferai pas obligé de retourner en arrière, pour faire ſentir la néceſſité de chaque partie de la règle qui m'a été dictée par l'expérience.

Les termes de cette table ſe trouvèrent ſenſiblement proportionnels à ceux de la table de Mr. Mariotte ; quoique différens.

544. En comparant la table de Mr. *Mariotte* avec celle que j'avois formée, enſuite de ma prémière correction pour les effets de la chaleur ; je les trouvai très-différentes, quant à la grandeur des termes correſpondans aux mêmes hauteurs du Baromètre ; mais je remarquai une grande conformité dans leurs accroiſſemens. Je fus charmé de cet accord, qui me conduiſoit à une loi ſimple, conforme aux idées des plus grands Phyſiciens ſur la nature des fluides élaſtiques ; d'où il réſulte que leurs condenſations doivent croître en raiſon des poids dont ils ſont chargés. Et comme en vertu de cette loi, les *hauteurs* de l'Atmoſphère, qui correſpondent à des abaiſſemens égaux & ſucceſſifs du mercure dans le Baromè-

tre,

tre, doivent être en progreſſion harmonique; il ne s'agiſſoit plus que de trouver le *dividende commun* de chaque hauteur du mercure, qui pouvoit convenir à mes obſervations, pour une température fixe, que je déterminai proviſionnellement. (J'expliquerai dans la ſuite (579) pour ceux qui ne le voyent pas d'un coup d'œil, ce que c'eſt que ce *dividende commun.*) Je le cherchai donc, & je trouvai le nombre 25390, qui, diviſé par la ſuite des hauteurs du mercure, de *ligne* en *ligne*, depuis 28 *pouces*, que j'eſtimois être ſa hauteur moyenne au bord de la mer; me donna une ſuite de quotiens en progreſſion harmonique, qui exprimoient en *pieds*, les *hauteurs* de l'air, correſpondantes aux *abaiſſemens* du mercure de *ligne* en *ligne*.

Ils croiſſoient donc en progreſſion harmonique.

Dividende commun qui devoit former cette progreſſion.

545. Je dreſſai alors une table de ces *hauteurs* correſpondantes à chaque ligne d'*abaiſſement* du mercure dans le Baromètre, depuis le niveau de la mer. Et comme mes obſervations à *Gènes* m'avoient appris, que le Baromètre s'y tient plus élevé d'environ 15 *lignes*, que dans le lieu auquel je rapportois toutes mes obſervations faites dans la montagne de *Salève*; le 15me. terme de ma progreſſion devint le prémier dans tous mes calculs.

Troiſième table des hauteurs correſpondante &c.

Seconde tentative pour découvrir l'effet de la chaleur ſur la denſité de l'air. Influence des variations de hauteur du Baromètre dans le même lieu.

546. Je fus aſſez ſatisfait de cette prémière tentative. Cependant, elle laiſſoit encore des différences qui m'embarraſſoient. Pour en découvrir la cauſe, je me déterminai à ranger toutes mes obſervations, dans l'ordre de leur réſultat; en commençant à chaque ſtation, par les obſervations qui donnoient le moins de *hauteur*; & les accompagnant de toutes leurs circonſtances. Mon but étoit de découvrir par ce moyen; ſi l'augmentation dans les *hauteurs* réſultantes du calcul, correſpondoit à quelque cauſe aſſez fixe, pour mériter que j'y euſſe égard.

IIde. combinaiſon des obſervations.

547. En examinant ce tableau de mes obſervations, je vis; que plus le mercure avoit été élevé dans le Baromètre de la plaine

Les erreurs en excès dans les hauteurs in-

diqués par les obs. correspondoient aux plus grandes hauteurs absolues du Baromètre.

plaine ; plus aussi ma règle assignoit de hauteur aux stations dans lesquels j'avois observé. La liaison que je trouvai entre ces deux différences, attira d'abord mon attention : & je ne tardai pas à en découvrir la cause.

Plus l'air est dense moins un abaissement donné dans le Baromètre indique de hauteur.

548. Quand la hauteur du Baromètre augmente dans un même lieu ; c'est une preuve que l'*air* y pèse davantage ; ce qui ne peut se faire, sans une augmentation dans sa *densité*, au lieu de l'observation. Or, si la *densité* de l'*air* varie dans un même lieu, indépendamment des effets de la chaleur ; la différence de hauteur du mercure dans deux Baromètres différemment élevés, doit nécessairement changer aussi ; puisque c'est du poids de la colonne d'*air* interceptée par les deux stations, que résulte la différence de hauteur du mercure. Il suit de là ; que les mêmes *hauteurs* verticales ne peuvent correspondre aux mêmes abaissemens du mercure, au dessous de sa hauteur observée dans un certain lieu, que lorsque cette hauteur observée, est la même : puisque par les changemens de *densité* de l'*air* dans un même lieu, une *ligne* de mercure y est soutenuë par des colonnes d'*air* plus ou moins denses, & par conséquent différemment *hautes*. Ainsi les hauteurs verticales correspondantes aux abaissemens du mercure de *ligne* en *ligne*, doivent être diminuées, à mesure que la hauteur *absoluë* du mercure augmente dans le Baromètre, & réciproquemment.

Changement qu'exige ce principe dans le calcul des abaissemens du mercure.

Je me déterminai donc à changer dans mes calculs, les termes de la progression harmonique, en raison inverse des changemens de hauteur du mercure dans le Baromètre de la plaine ; ce que j'exécutai fort aisément, par la nature de ma table, qu'il convient de rappeller ici.

Manière de faire ce changement.

549. Mon *commun dividende*, pour une certaine température de l'*air*, étoit 25390. Le prémier terme de ma progression, fut le quotient de la division de ce nombre, par 336 *lignes* ou 28 *pouces* : les termes suivans étoient formés en ôtant successivement l'unité du diviseur ; ce qui les faisoit croître en progression harmonique. Pour exécuter mon idée, je mis dans une colonne, à côté des termes de ma progression, les *diviseurs* qui les avoient formés ; de la manière suivante.

Dividende

Dividende commun 25390.

Diviseurs ou Hauteurs *du mercure dans le Baromètre.*	*Quotiens* ou Hauteurs *des colonnes d'air, exprimées en* Pieds.	*Différences des* Quotiens.
28 *Pou.*=336 *lign.*	*Pieds* 75, 57	*P.*
		0, 22
335	75, 79	
		0, 23
334	76, 02	
		0, 23
333	76, 25	
		0, 23
332	76, 48	
		0, 23
331	76, 71	
		0, 23
330	76, 94	
		0, 23
329	77, 17	
		0, 24
328	77, 41	
		0, 24
327	77, 65	
		0, 24
326	77, 89	
		0, 24
325	78, 13	
		0, 24
324	78, 37	

IV. mani[illegible] de calculer abaissemens mercure,

La manière d'appliquer cette Table au calcul des différences de hauteur du mercure dans le Baromètre, consistoit à prendre dans chaque cas, la somme des *quotiens*, ou des termes de la progression harmonique, compris entre les *diviseurs* convenables au cas, qui étoient les hauteurs du mercure aux deux stations. Par exemple, lorsque le Baromètre de la plaine s'étoit tenu à 27 *pouces* ou 324 *lignes*, & que la différence entre celui-ci & celui de la montagne, avoit été de 10 *lignes*; je prenois les dix termes de ma progression, compris entre les *diviseurs* 324 & 314. Si la hauteur du Baromètre de la plaine avoit été 27 *pouces* 6 *lignes*, ou 330 *lignes*; quoique la différence entre celui-ci

& celui de la montagne, a été aussi de 10 *lignes*, comme dans le prémier cas ; je ne prenois pas les mêmes termes de ma progression ; mais ceux qui étoient compris entre les *diviseurs* 330 & 320 : ce qui me donnoit une somme plus petite, proportionnellement à l'augmentation des *diviseurs* ; & par conséquent à celle de la hauteur *absoluë* du mercure dans le Baromètre, que ces *diviseurs* représentoient. C'est ainsi que je calculai pour la troisième fois toutes les observations que j'avois faites jusqu'alors dans la montagne de *Salève* : & par ce moyen, je vis disparoître la plus grande partie des différences que j'avois trouvées auparavant.

Il n'est pas nécessaire de connoître la haut. des lieux où l'on observe au dessus du niveau de la mer.

550. On voit par ce que j'ai dit ci-dessus, que les observations du Baromètre sont d'un usage bien plus général & plus facile, qu'on ne l'avoit pensé jusqu'à présent. Car il en résulte ; qu'il n'est point nécessaire de connoître la hauteur des lieux où l'on observe, rélativement au bord de la mer ; ni de les comparer à aucun autre. On ne peut assigner aucun prémier terme fixe, à la progression des densités de l'atmosphère ; ni aucune grandeur constante, à ceux qu'on doit employer dans le même lieu. Les hauteurs observées du mercure, conduisent à la grandeur des termes ; & le nombre en est fixé par la différence trouvée entre ces hauteurs. Ainsi, tout est déterminé par l'observation même.

Nécessité d'avoir des Baromètres qui indiquent uniformément le poids de l'air.

551. On sentira maintenant la raison de ce que j'ai dit ci-devant (498), qu'il est absolument nécessaire de distinguer la hauteur absoluë de la colonne de mercure, que le poids de l'atmosphère peut soutenir ; d'avec sa hauteur apparente ; c'est-à-dire, modifiée dans le Baromètre par diverses causes. Car, puisque le quotient d'une division augmente, à mesure que le diviseur diminuë : un Baromètre qui se tient toûjours plus bas qu'un autre ; conduit à une partie de la *progression*, dont les termes sont plus grands ; & par conséquent il indique une *hauteur* plus grande. Cette différence est peu sensible pour de petites élévations ; mais par la nature des progressions harmoniques, elle le devient beaucoup dans la mesure des hautes montagnes.

Et de rap-

552. Il résulte de cette même considération ; que dans les corrections

corrections à faire sur la hauteur du mercure dans le Baromètre, rélativement au degré de chaleur dont il est affecté; on ne peut se dispenser de convenir d'un terme fixe de chaleur, auquel toutes les observations soient rapportées. Car si l'on se contentoit de corriger une observation, pour la réduire à ce qu'elle auroit été par la température du Baromètre observé dans un autre lieu : les hauteurs observées du mercure paroîtroient plus ou moins grandes, suivant la température qu'on rendroit commune aux deux observations; quoique par un même poids de l'atmosphère : & par cette cause encore, les différences de *hauteurs* des mêmes lieux, seroient données plus ou moins grandes par l'observation du Baromètre.

portes les obs. à une température fixe, dans la correction des effets de la chaleur sur le Barom.

Il résulte de tout cela; qu'une table ou une formule quelconque, ne peut devenir générale; si les Baromètres destinés à la mesure des *hauteurs*, ne sont pas construits uniformément; & si les hauteurs observées du mercure ne sont pas réduites à ce qu'elles auroient été, si le mercure restoit à un degré de chaleur déterminé. C'est par cette raison que je me suis appliqué à développer tous les principes de ma méthode, où l'on trouve ces deux avantages essentiels, & presque inséparables; l'un de conduire sûrement à l'uniformité; & l'autre d'indiquer le poids réel de l'atmosphère, pour le lieu & le moment où se fait l'expérience, par la hauteur d'une colonne de mercure, toûjours affectée d'un même degré de chaleur.

Des fondemens de la progression harmonique; & de son accord avec les logarithmes dans la mesure des hauteurs par le Baromètre.

553. Me voici parvenu au point où ma règle commençoit à prendre quelque solidité, & à se prêter sans gêne à mes observations : & quoiqu'elle ne fût pas encore exacte, je tenois du moins un fil qui pouvoit me conduire assez sûrement dans ce labyrinthe. Je fus alors en état d'examiner quelques-unes des règles qui avoient été proposées avant moi; & je m'attachai particulièrement à celles de Mrs. *Bouguer* &

Comparaison de la quatrième formule avec celles de M. M. *Bouguer* & *Scheuchzer*.

Scheuchzer; parce que l'usage qu'ils font l'un & l'autre des logarithmes, dont les différences successives suivent une progression harmonique; devoit avoir nécessairement quelque rapport avec ma table, dont les *termes* sont aussi en progression harmonique.

Défaut de celle de M. *Scheuchzer*.

554. J'avois appliqué la méthode de Mr. *Scheuchzer* à mes prémières observations: & les écarts que j'avois trouvés entre les résultats qu'elle me fournissoit, & les *hauteurs* réelles, m'avoient prévenu contre l'usage des logarithmes pour ces calculs: je le fus donc contre la règle de Mr. *Bouguer*, lorsque je la vis pour la prémière fois. Mais je revins à l'une & à l'autre, après la découverte de ma *progression harmonique*. Je reconnus alors dans la règle de Mr. *Scheuchzer*, deux défauts essentiels, qui ne provenoient pas des *logarithmes* eux-mêmes; mais de la manière de les employer. L'un, d'y faire entrer, comme une condition nécessaire, la hauteur du Baromètre au bord de la mer (550); & l'autre, de n'avoir pour fondement de cette règle, que deux observations très-imparfaites.

Exposition de la méthode de M. *Bouguer*.

555. La règle de Mr. *Bouguer*, quoique peu conforme à mes expériences, fixa plus long-tems mon attention: elle me fit songer à l'usage des *logarithmes*, pour calculer les abaissemens du mercure dans le Baromètre; ce qui m'épargnoit la peine d'additionner les termes de ma *progression harmonique*. Je vais rappeller ici la règle de Mr. *Bouguer*, dont j'ai déja fait mention dans la Iere. PARTIE de cet Ouvrage (325 & *suiv.*).

» (*a*) Après avoir fait l'expérience du Baromètre au bas » & au sommet de la montagne, dont on a mesuré géomé- » triquement la hauteur, il n'y a qu'à *prendre la différence* des » *deux logarithmes des hauteurs du mercure*; & si on la com- » pare à la hauteur de la montagne mesurée, on trouvera par » de simples proportions, la hauteur de toutes les autres » montagnes, sur lesquelles on aura fait également l'expérience » du Baromètre. . . .

On

(*a*) Mém. de l'Acad. Roy. des Sc, année 1753; 8°. pag. 775, 4°. pag. 518.

» (*a*) On peut abréger le calcul, quoique déja très-court, » dans lequel cette pratique engage, si on prend la dif- » férence des logarithmes des hauteurs du mercure exprimées » en lignes ; & qu'on ne se serve que des quatre prémières » figures après la caractéristique : *il suffira d'en retrancher une* » *trentième partie, pour avoir la hauteur de la montagne exprimée* » *en toises*.

» (*b*) Mais ce qui est très-digne de remarque, & ce qui forme » le sujet d'une question ; que nous nous proposons particulière- » ment d'éclaircir, c'est que la méthode, dans le tems même » qu'on lui conserve toute sa généralité, ne réussit point dans la » partie inférieure de la *Cordelière* ; elle ne réussit point sur tou- » tes les autres montagnes de la Zone torride, & nous devons » ajouter qu'elle a moins de succès en Europe, comme » l'ont reconnu tous les Physiciens qui ont examiné cette » matière avec soin. Plusieurs d'entr'eux ont même par cette » raison, tâché de substituer quelqu'autre méthode à celle » qui est fondée sur les propriétés des logarithmes. Ces mé- » thodes sont connues, elles peuvent avoir l'avantage de » convenir à certaines régions, & aux montagnes dont la » hauteur est renfermée en certaines limites ; mais elles sup- » posent toutes, que les dilatations de l'air, à différentes » hauteurs, ne suivent pas une progression géométrique, » quoiqu'il soit certain, par une infinité d'expériences répé- » tées sur le sommet des plus hautes montagnes du monde, » comme au bord de la mer, & dans la Zone torride, » comme dans les Zones tempérées, que les élasticités de » chaque masse d'air, sont exactement proportionnelles à ses » divers degrés de condensation. Ainsi de ces deux loix, » qui paroissent déduites si naturellement l'une de l'autre, il » résulte une de ces contradictions, dont on voit encore » d'autres exemples, lorsqu'on veut appliquer la géométrie à » la physique. . . .

Exceptions auxquelles il la croit sujette.

» (*c*) On s'étoit proposé jusqu'à présent de trouver immé- diatement

(*a*) Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. année 1753, 8°. pag. 776. 4°. pag. 519.
(*b*) 8°. pag. 777. 4°. pag. 520.
(*c*) 8°. pag. 791. 4°. pag. 529.

» diatement les hauteurs absoluës des montagnes, en considé-
» rant le niveau de la mer, comme le prémier terme. Les
» raisons que nous venons d'exposer, prouvent qu'il faut
» prendre nécessairement les choses en sens contraire, &
» partir toûjours de points très-élevés, qui soient situés dans
» cette région supérieure, où l'intensité du ressort de l'air est
» toûjours la même, & où la hauteur du mercure est en
» même tems moins variable. Il faut remarquer aussi, que
» les circonstances dans lesquelles nous nous sommes trou-
» vés, nous ont obligés de charger nos Baromètres, sans
» faire chauffer le mercure. Lorsqu'on a donc des expérien-
» ces faites de la même manière, sur les plus hautes mon-
» tagnes de l'Europe, on pourra trouver, combien elles sont
» moins élevées que celles de la Cordelière du Pérou, &
» on en inférera ensuite la hauteur absoluë.

Les passages du Mémoire de Mr. *Bouguer*, que je viens de rapporter, sont ceux qui expriment le plus clairement, ses idées générales sur la manière d'employer le Baromètre à la mesure des *hauteurs*. J'ai dit précédemment que sa règle n'est pas d'accord avec mes expériences; j'en indiquerai les raisons dans la suite: & je me bornerai, pour le présent, à montrer, comment elle m'a conduit à simplifier la mienne.

Prémière idée du rapport des logarithmes avec la prog. harmonique.

556. Je remarquai d'abord, que *prendre la différence des logarithmes des deux hauteurs du mercure*, c'est additionner des termes infiniment nombreux & infiniment petits, d'une progression harmonique: car l'excès du plus grand logarithme sur le plus petit, est la somme de toutes les différences intermédiaires, qui suivent cette loi. Je vis aussi, que les hauteurs du mercure se trouvant dans la suite des nombres naturels; ceux-ci pouvoient représenter les *diviseurs* de ma Table, & par conséquent me conduire à des termes, proportionnels à la hauteur absoluë du Baromètre dans chaque observation (549): c'est-à-dire, à faire correspondre une plus grande *hauteur*, au même abaissement du mercure, quand la hauteur absoluë du Baromètre avoit été moindre, quoique dans le même lieu; & réciproquement.

Défaut de la règle de M. Bouguer.

557. Il ne s'agissoit donc plus, que de réduire à une mesure connuë cette différence des logarithmes. On a vu quelle est

eſt à ce ſujet la règle de Mr. *Bouguer*, pour toute *température* de l'air ; mais ſeulement pour le haut de la *Cordelière* : au lieu que la règle doit être la même pour tous les lieux, & varier ſuivant la température.

Il la généraliſe pour les températures & non pour les lieux ; & ce doit être le contraire.

Pour la rendre d'autant plus commode, ayant vû qu'on pouvoit trouver une *température*, par laquelle les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure, donneroient les *hauteurs* en *millièmes de toiſe* ; je dirigeai vers ce but mes recherches ultèrieures.

J'expoſerai ci-après les moyens que j'ai emploiés pour découvrir quel eſt ce degré fixe de chaleur ; mais auparavant, je crois devoir montrer l'accord de ma prémière méthode, avec l'uſage des logarithmes ; parce qu'en certain cas cette méthode peut devenir utile ; & que d'ailleurs les détails élémentaires dans leſquels j'entrerai à cette occaſion, contribueront à rendre tout ce qui me reſte à dire ſur ce ſujet, plus intelligible pour bien des lecteurs.

558. Pour rendre cet accord des deux méthodes, & les méthodes elles-mêmes plus intelligibles ; je crois devoir démontrer qu'elles découlent d'un principe commun & prouvé par l'expérience, ſavoir : *que les condenſations de l'air ſont proportionnelles aux poids dont il eſt chargé* (243). Je commencerai d'abord par la progreſſion harmonique ; & je ferai voir l'origine du *dividende commun* dont j'ai parlé ci-devant (544).

Demonſtration de l'accord des logarithmes avec la prog. harm.

Principe fondamental : *les condenſations de l'air ſont proportionnelles aux poids dont il eſt chargé.*

Détails élémen. ſur la loi des condenſ. de l'air.

559. Les *condenſations de l'air* étant *proportionnelles aux poids qui le chargent* ; Ses *dilatations* doivent être *en raiſon inverſe de ces poids* : c'eſt ce qui eſt encore prouvé par l'expérience (244). Par conſéquent, une couche d'air, qui renferme toûjours la même quantité de particules ; doit occuper dans l'Atmoſphère, des eſpaces inverſement proportionnels aux poids dont elle eſt chargée.

Donc l s dilatations ſont en raiſon inverſe des poids.

560. Quand le Baromètre eſt à 29 *pouces*, ou 348 *lignes* ; nous pouvons conſidérer toute la colonne d'air qui pèſe ſur lui, comme diviſée en 348 *tranches* de poids égal, & équivalent à une *ligne* de mercure. Ces *tranches* ſeront ſuivant notre principe, d'épaiſſeur inégale ; car leur dilatation augmentant de bas en haut, proportionnellement à la diminu-

Diviſion des colonnes d'air en *tranches* de poids égal, & par conſéquent d'inégale épaiſſeur.

tion du poids, qui les charge; leur épaisseur doit augmenter dans la même proportion.

L'épaisseur de la *tranche* inférieure étant connue, trouver celle des autres *tranches*.

561. J'ai trouvé par l'expérience, qu'à une certaine température de l'air, l'épaisseur de la *tranche* la plus basse, quand le Baromètre est à 29 pouces ou 348 *lignes*, est 12497 *millièmes de toises*. On verra dans la suite pourquoi je me sers de cette expression (575).

L'épaisseur de cette prémière *tranche* étant connuë; pour trouver celle de toutes les autres, on peut les considèrer de l'une de ces deux manières; ou comme *ne pesant point dans elles-mêmes*; c'est-à-dire, comme si leur densité étoit par-tout égale à celle de leur partie supérieure: ou comme *chargées également de leur propre poids*; c'est-à-dire, comme si leur densité étoit par-tout égale à la densité de leurs parties inférieures.

Iere. méthode; en considérant les tranches comme ne pesant point sur elles-mêmes.

562. Dans le prémier cas, que je vais considèrer, la 348me. *tranche*, dont l'épaisseur est 12,497 *toises*, n'est chargée que du poids de 347 *tranches*. Et puisque les épaisseurs de ces *tranches* de même poids, sont en raison inverse des poids qui les compriment; & que ces poids sont comme les nombres des *tranches* supérieures; il en résulte, que *les épaisseurs des tranches, en montant, sont en raison inverse du nombre des* tranches *qui restent au-dessus d'elles*. Ainsi, pour trouver l'épaisseur d'une *tranche* quelconque; il faudra procèder par cette analogie.

Analogie.

Comme *a* (nombre des *tranches* qui restent au-dessus de celles dont on cherche l'épaisseur; lequel nombre est égal à la hauteur du mercure au bas de cette *tranche* exprimée en *lignes*, moins une *ligne*), est à 347 (nombre des *tranches* qui pèsent sur la 348me. ou la plus basse): ainsi 12, 497 *toises* (épaisseur trouvée de la 348me. *tranche*); est à *x* (épaisseur en *toises* de la *tranche* donnée).

Formule.

Les termes moyens ne changeront jamais; quelles que soient les valeurs de *a*; c'est ce qui résulte évidemment de la nature de cette analogie: qui par conséquent se réduit à cette formule constante $\frac{347 \times 12,497}{a} = x$, ou $\frac{4336,459}{a} = x$.

Le

Le *dividende* 4336, 459 eſt donc conſtant ; c'eſt celui que j'ai appellé *dividende commun*. De plus, les valeurs de *a*, qui ſont les *diviſeurs*, étant en *progreſſion arithmétique*, les *quotiens*, qui exprimeront les épaiſſeurs ſucceſſives des *tranches*, ſeront en *progreſſion harmonique*. Et comme le poids de chaque *tranche* eſt égal à celui d'une *ligne* de mercure dans le Baromètre ; les différences de hauteur du mercure, indiqueront le nombre des *tranches* interceptées entre deux ſtations où l'on a obſervé le Baromètre.

Origine du *dividende commun*.

Et de la progreſſion harm.

Ainſi, pour avoir la différence de hauteur d'une ſtation où le Baromètre s'eſt tenu à 348 *lignes* ; d'avec celle d'une autre ſtation où il étoit à 344 *lignes* ; il faudra diviſer le *dividende commun*, d'abord par $348 - 1 = 347$, & enſuite par 346, 345, 344. Les quotiens ſeront en *progreſſion harmonique* ; & leur ſomme donnera en *toiſes*, la différence de *hauteur* des deux ſtations.

Exemple.

563. Ce moyen de trouver l'épaiſſeur de chaque *tranche* d'air, ſeroit exact ; ſi l'abſtraction qu'on fait du poids des *tranches* ſur elles-mêmes, avoit ſur toutes les *tranches* une influence proportionnelle à leur épaiſſeur. Mais je vais montrer que cela n'eſt pas.

Défaut de cette premiére maniére de conſidérer les *tranches*.

Toutes les *tranches* que nous avons conſidérées dans l'atmoſphère, ſont de même poids, quoique différemment condenſées : leur condenſation, eſt proportionnelle au poids qui les charge. Les parties ſupérieures de la *tranche* la plus baſſe, ſont comprimées par le poids de 347 *tranches* : mais ſes parties inférieures le ſont outre cela par le poids des parties ſupérieures de la même *tranche*. Par exemple : La moitié inférieure de la 348me. *tranche*, ou de la plus baſſe, eſt chargée du poids de $347\frac{1}{2}$ *tranches* : tandis que ſa moitié ſupérieure, n'en ſupporte que 347. Ainſi, ne conſidérant la différence de denſité dans les *tranches* mêmes, que d'une moitié à l'autre, & faiſant toûjours la denſité de chaque moitié, égale à la denſité de ſa partie ſupérieure ; la denſité de la moitié inférieure de la *tranche* la plus baſſe, ſera à celle de ſa moitié ſupérieure ; comme $347\frac{1}{2}$ à 347, ou comme 695 à 694.

Prenons maintenant une autre tranche ; la 191eme., par

exemple, qui est la plus élevée où l'on ait monté (581). En ne considérant les diminutions de densité que de *tranche* en *tranche*, & en procédant par cette première méthode ; qui suppose la densité commune de chaque *tranche*, égale à celle de sa partie supérieure ; nous ne considérerons cette 191me. *tranche*, que comme chargée du poids des 190 qui reposent sur elle. Cependant sa moitié inférieure, supporte de plus sa moitié supérieure ; & par cette raison, la densité de la moitié inférieure, est à la densité de la moitié supérieure ; comme 190 ½ à 190, ou comme 381 à 380. Mais dans la *tranche* la plus basse, ces densités sont comme 695 à 694. Donc la densité augmente plus de la moitié supérieure à la moitié inférieure, dans les *tranches* plus élevées, que dans les plus basses.

En formant la progression harmonique de la manière que j'examine, où l'on n'a égard qu'à la densité des parties supérieures des *tranches* ; on considère le rapport des densités des parties supérieures aux parties inférieures de chaque tranche, comme étant le même dans toutes les *tranches* : & l'exemple que je viens de donner, montre que par cette méthode, on néglige plus de la densité réelle des tranches ; à mesure qu'elles sont plus élevées. Donc la densité moyenne de chaque *tranche* (de poids égal), diminuë réellement moins en montant, que ne l'indique cette méthode : & par conséquent leur épaisseur augmente moins aussi. Donc, en employant cette méthode pour le calcul des abaissemens du Baromètre ; on trouvera les *hauteurs* trop grandes. Pour rendre plus sensible la vérité de cette dernière conséquence, je vais appliquer à l'*épaisseur* des *tranches*, le même exemple que j'ai pris pour les *densités*.

Elle donne les hauteurs trop grandes.

Exemple.

564. Le *dividende commun* est 4336, 459, qui, divisé par 347, nombre des *tranches* qui pèsent sur *la plus basse*, donne pour l'épaisseur de celle-ci 12,497 *toises*. En divisant aussi le même nombre par 190, nombre des *tranches* qui pèsent sur la 191me. ; on trouvera pour son épaisseur 22, 823 *toises*.

Maintenant, prenons la hauteur du Baromètre de ½ *ligne* en ½ *ligne* ; & par cette raison, partageons aussi les *tranches* en deux parties de poids égal. Pour avoir dans ce cas l'épaisseur

paiſſeur totale de la 348$^{me.}$ *tranche*, il faudra diviſer 4336, 459 par 695 & 694 *demi-lignes*; & la ſomme des deux quotiens, donnera l'épaiſſeur de la *tranche*. Cette ſomme eſt 12, 489; plus petite de 0, 008 *toiſes* que nous ne l'avions trouvée par le prémier calcul. Pour faire la même opération ſur la 191$^{me.}$ *tranche*, on diviſera le même nombre 4336, 459, par 381 380 *demi-lignes*. La ſomme des quotiens ſera 22, 794 *toiſes*; plus petite de 0, 029 *toiſe*, que l'épaiſſeur trouvée en prenant les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne*. Mais une différence de 0, 029, eſt plus grande comparativement à 22, 823; qu'une différence de 0, 008, comparativement à 12, 497. Donc, en rendant la *progreſſion harmonique* plus exacte, par la ſubdiviſion de ſes termes; on retranche proportionnellement un peu plus des *tranches* ſupérieures, que des *tranches* inférieures. Donc l'épaiſſeur des *tranches* d'air de poids égal, augmente réellement un peu moins en montant, que ne l'indique la *progreſſion harmonique*, employée ſuivant cette prémière méthode. Donc par cette méthode, on trouvera les *hauteurs* un peu trop grandes.

II. Méthode: en conſidérant les *tranches* comme chargées également de leur propre poids dans toute leur épaiſſeur.

565. La ſeconde manière d'employer la progreſſion harmonique, eſt celle dont je me ſuis ſervi (549): elle conſiſte à prendre pour le *dividende commun*, le produit de la plus grande hauteur du Baromètre, où 348 *lignes*, par l'épaiſſeur de la *tranche* la plus baſſe. Dans ce ſecond cas; le premier diviſeur doit être, non la hauteur obſervée du Baromètre *moins une ligne*, comme dans le cas précédent; mais la hauteur elle-même. Cette méthode eſt plus commode que la prémière, parce qu'elle n'exige pas cette ſouſtraction d'une *ligne*. Elle a d'ailleurs ſenſiblement le même degré d'exactitude. La ſeule différence des deux méthodes, conſiſte en ce que celle-ci produit en moins, à peu près la même erreur que la prémière produit en plus. En voici la raiſon.

Dans la prémière méthode, on fait abſtraction du poids de chaque *tranche* ſur elle-même: c'eſt-à-dire, que l'on conſidère la denſité de chaque *tranche*, comme étant égale à la denſité de ſa partie ſupérieure: c'eſt ce qui produit l'erreur en *excès* de *hauteur*, comme je viens de le montrer. Dans

 cette

cette ſeconde méthode, où l'on prend toute la hauteur du mercure obſervée au lieu le plus bas, pour prémier diviſeur; on conſidère au contraire chaque *tranche*, comme chargée par-tout également de ſon propre poids : c'eſt-à-dire, qu'on fait ſa denſité, par-tout égale à la denſité de ſa partie inférieure : ce qui produit une erreur en *défaut*; parce qu'ici, comme dans le cas précédent, la différence de la ſuppoſition à la réalité, quand à la denſité des *tranches*, ne conſerve pas le même rapport dans chaque *tranche* : la différence de la denſité ſupérieure, à la denſité inférieure de chaque *tranche* devient plus grande, à meſure que les *tranches* ſont plus élevées.

Ainſi, par exemple : dans la *tranche* la plus baſſe, la 348me.; la denſité de la moitié ſupérieure, eſt à celle de la moitié inférieure comme 695 à 696; c'eſt-à-dire comme 347 $\frac{1}{2}$ à 348 : tandis que dans la 191eme.; le rapport de ces denſités, eſt comme 381 à 382 (190 $\frac{1}{2}$ à 191). Donc l'augmentation de dilatation des moitiés ſupérieures des *tranches*; comparées aux moitiés inférieures, eſt plus grande dans les *tranches* plus élevées, que dans les *tranches* plus baſſes. Donc, à meſure qu'on s'élève; les *tranches* de poids égal, doivent occuper plus d'eſpace que ne l'indique cette ſeconde manière d'employer la *progreſſion harmonique*. Donc, en calculant ainſi les abaiſſemens du mercure ; on trouvera les *hauteurs* des lieux moins grandes qu'elles ne le ſeront réellement.

Elle ne donne pas les hauteurs aſſez grandes.

Je pourrois éclaircir cette démonſtration par un exemple, comme je l'ai fait dans l'examen de la prémière méthode ; mais cette application eſt ſi facile, que je crois devoir la ſupprimer.

Autre manière de démontrer la différence des deux méthodes.

566. Maintenant que j'ai fait voir la cauſe phyſique, qui produit la différence des deux manières d'employer la *progreſſion harmonique*; je vais montrer d'une manière générale, comment cette différence influë ſur les réſultats du calcul. Le *dividende commun* eſt dans la prémière méthode 12,497 × 347 = 4336, 459; c'eſt le produit de l'épaiſſeur de la la *tranche* la plus baſſe, par la hauteur du mercure au bas de cette *tranche*, *moins une ligne*, ou moins le poids de cette *tranche*. Dans la ſeconde le *dividende commun* eſt 12,497 × 348 =

= 4348, 956; ici tout le poids de la *tranche* la plus basse est compté. Malgré cette différence dans les *dividendes*, le prémier terme est le même dans les *progressions harmoniques* qui résultent des deux méthodes : car $\frac{4336,459}{347}$, soit le prémier terme de la prémière *progression*, est évidemment le même que $\frac{4348,956}{348}$, prémier terme de la seconde; chacun de ces termes étant égal à 12, 497. Mais il n'en est pas de même des autres termes : car par exemple $\frac{4336,459}{190}$ qui est le 158eme. terme (348 — 190) de la Iere. *progression*; est plus grand que $\frac{4348,956}{191}$ qui est le terme correspondant dans la seconde; la différence est de $\frac{10,326}{191}$.

Ainsi les termes de la prémière *progression*, croissent plus que ceux de la seconde : & l'on voit, que cette différence provient de ce que les diviseurs de l'une & de l'autre, décroissant successivement de l'unité, cette diminution est proportionnellement plus grande dans la prémière progression, dont les diviseurs correspondans à ceux de la seconde, sont toûjours plus petits que ceux-ci, de l'unité. Car les diviseurs décroissant proportionnellement plus dans la prémière que dans la seconde; les quotiens doivent croître proportionnellement plus. On voit aussi que cette différence des deux *progressions*, doit aller toûjours en augmentant, à mesure qu'on s'éloigne du prémier terme; prrce que la différence de l'unité entre les diviseurs correspondans dans les deux *progressions*, devient proportionnellement plus grande, à mesure que les diviseurs deviennent plus petits. Voilà pourquoi la prémière progression, donne les *hauteurs* plus grandes que la seconde. Et en supposant que le prémier terme, qui leur est commun, est exact; les vraies *hauteurs* sont à peu-près intermédiaires.

On peut voir encore, pourquoi en subdivisant les termes

mes de ces progressions ; leurs sommes se rapprochent entr'elles, & des vraies *hauteurs* ; comme je l'ai montré par un exemple (564). Dans la prémière méthode, on s'approche du vrai ; c'est-à-dire, on diminuë la somme de la progression, en subdivisant les termes ; parce que les valeurs des divisеurs substitués deviennent plus grandes que les diviseurs primitifs. Par exemple (564), la valeur de $\frac{\frac{381}{2}+\frac{380}{2}}{2}$ est $190\frac{1}{4}$; qui se trouve substitué à 190 ; ainsi les quotiens diminuent. Dans la seconde méthode au contraire, les diviseurs deviennent plus petits ; car (565), la valeur de $\frac{\frac{381}{2}+\frac{382}{2}}{2}$ est $190\frac{3}{4}$ qui est substitué à 191 ; les quotiens augmentent donc ; & parconséquent la somme de la *progression* augmente, en subdivisant ses termes.

On trouvera aussi, que cette différence en *plus* ou en *moins*, entre les diviseurs substitués, & les diviseurs primitifs ; doit augmenter dans les deux *progressions*, tant en s'éloignant du prémier terme, qu'en subdivisant toûjours plus chaque terme. Mais les différences qui proviennent de ces deux causes, ne suivent pas la même Loi. Les prémières, celles qui proviennent de la distance du prémier terme, vont toûjours en croissant à mesure que les diviseurs substitués aux diviseurs primitifs deviendroient plus nombreux : au lieu que les différences qui proviennent de la plus grande subdivision des mêmes termes, vont toûjours en diminuant.

Les défauts opposés des deux méthodes disparoîtroient, si l'on rendoit les termes de la prog. harm. infiniment nombreux & prop. petits. C'est à quoi l'on parvient par l'usage des logarithmes.

567. De tout ce que j'ai dit de la différence de ces deux méthodes, & sur-tout de la cause physique de cette différence (564, 565) ; il résulte que l'erreur en excès de la prémière méthode, & l'erreur en défaut de la seconde, disparoîtroient ; en réduisant la *progression harmonique* à des termes infiniment petits, de même qu'infiniment nombreux ; parce que des *tranches* infiniment minces, pèsant infiniment peu dans elles mêmes ; les erreurs, tant en excès qu'en défaut, occasionnées par ce poids, considéré des deux manières ; seroient toûjours infiniment petites. Voilà ce qu'on obtient par

par l'uſage des logarithmes ; comme je vais le démontrer. **Fondement de cet uſage.**

568. Nous avons trouvé la *progreſſion harmonique*, en conſidérant l'Atmoſphère comme diviſée en des *tranches* d'*égal poids* : conſidérons la maintenant, comme diviſée en *tranches* d'*égale épaiſſeur* ; & faiſons chacune de ces *tranches*, égale à la plus baſſe, qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, quand le Baromètre eſt à 348 *lignes*. L'épaiſſeur de chacune de ces *tranches*, ſera donc 12, 497 *toiſes*. **Diviſion des colonnes d'air en tranches d'épaiſſeur égale.**

Le poids de chaque *tranche* eſt évidemment proportionnel à ſa *denſité* ; & réciproquement, ſa *denſité* eſt proportionnelle à ſon poids. Il ſuit de ce principe, que la *denſité* de ces *tranches* d'égale épaiſſeur, décroîtra de bas en haut, ſuivant une progreſſion géométrique : c'eſt ce que je démontrerai bientôt (571). Je ne le dis ici, que pour faire remarquer d'entrée ; que dans cette manière de conſidèrer l'Atmoſphère ; la différence de *denſité* des parties des *tranches*, ne peut produire aucune erreur : parce qu'elle ſuit la même proportion dans chaque *tranche*. Car ſi les denſités des *tranches* d'égale épaiſſeur, ſont en progreſſion géométrique ; elles le ſeront toûjours, quelle que ſoit cette épaiſſeur des *tranches* ; & par conſéquent quelle que ſoit la ſubdiviſion des *tranches* primitives. Ainſi par exemple ; la denſité moyenne de la moitié inférieure, aura dans toutes les *tranches*, le même rapport avec la denſité moyenne de la moitié ſupérieure. En un mot ce ſeront les denſités moyennes qui ſeront en progreſſion géométrique. Mais il faut prouver qu'elles le ſont. **Avantage de cette manière de conſidérer les tranches.**

569. Pour trouver quelle loi doivent ſuivre les hauteurs du mercure, correſpondantes à cette diviſion de l'Atmoſphère en *tranches* d'égale épaiſſeur ; il faut chercher, quel eſt le rapport qu'ont entr'eux, les *poids* qui chargent chacune des *tranches* : parce que les hauteurs du mercure, repréſentent ces *poids*. Soit donc : **Recherche de la progreſſion que ſuivent les denſités des tranches d'égale épaiſſeur.**

A Le *poids* total de l'Atmoſphère = 348 *lignes* de mercure :

B Le *poids* qui pèſe ſur la *tranche* la plus baſſe, que je nommerai *prémière*, = 347 *lignes* :

C Le *poids* cherché, qui pèſe ſur la ſeconde *tranche* :

D Celui qui pèſe ſur la 3me. &c.

Le

Le *poids* de chaque *tranche*, eſt le *poids* total de la colonne dont elle eſt la baſe, moins celui de la colonne qui pèſe ſur elle; ainſi:

A — B Eſt le *poids* de la *tranche* la plus baſſe, ou *prémière*,
B — C Eſt celui de la *ſeconde*;
C — D Eſt celui de la *troiſième*; &c.

Le poids de chacune de ces *tranches* (de même épaiſſeur); eſt proportionnel à leur *denſité*; & leur *denſité* eſt proportionnelle au *poids* qui les comprime; c'eſt-là le principe (558). Donc le *poids* de chaque *tranche*, eſt proportionnel au *poids* qui la comprime. Ainſi:

A — B *Poids* de la *prémière tranche*;
Eſt à B *Poids* qui comprime cette *prémière tranche*:
Comme. B — C *Poids* de la *ſeconde tranche*;
Eſt à C *Poids* qui la comprime.

Et de même B — C: C :: C — D: D; donc, A : B :: B : C, & B : C :: C : D. Donc les *poids* A, B, C, D &c., ſont en proportion continuë: donc ils ſont en progreſſion géométrique. Or les hauteurs du mercure dans le Baromètre, ſont proportionnelles au *poids* de l'air dans les lieux où il eſt placé. Donc; ſi l'on obſervoit le Baromètre entre chacune de nos *tranches*, depuis le bas de l'Atmoſphère; ſes hauteurs ſeroient proportionnelles aux poids A, B, C, D, &c: elles ſeroient donc en progreſſion géométrique. Et puiſque A = 348 *lignes* de mercure, & B = 347, ſont des termes d'une progreſſion geométrique décroiſſante; l'expoſant de cette progreſſion ſera $\frac{347}{348}$, & nous aurons C = $346\frac{1}{348}$,

Les hauteurs du Bar. obſervé dans chacune de ces tranches ſucceſſivement, ſeront en prog. géom.

Expoſant de cette progreſſion, quand les hauteurs du mercure ſont priſes en *lignes*.

$$D = 345\,\frac{2\frac{347}{348}}{348} = 345\,\frac{1043}{121104}.$$

De plus, comme les *tranches* d'air, compriſes entre les points où cette ſuite de hauteur du mercure ſeroient obſervées, ſont d'égale épaiſſeur; les ſommes des épaiſſeurs de ces tranches: où les *hauteurs* des colonnes d'air

d'air qui en ſeroient ſucceſſivement formées, ſeroient en progreſſion arithmétique.

On pourroit donc former une Table des *hauteurs* des colonnes d'air correſpondantes aux abaiſſemens du mercure dans le Baromètre depuis le bas de l'Atmoſphère, ou depuis la plus grande hauteur du mercure dans le Baromètre, de la manière ſuivante.

570. Table des hauteurs de l'air, correſpondantes aux hauteurs du mercure.

Hauteurs des colon. d'air en *toiſes*.	*Hauteurs* du mercure en *lignes*.	*Denſités* des *tranches* d'air d'épaiſſeur égale, exprimées par les différences de hauteur du mercure dans le Barom., ou par les *poids* des *tranches*, proportionnels à leurs *denſités*.
0, 000	348	
		ligne 1,
12, 497	347	
		0, $\frac{347}{348}$.
24, 994	$346\frac{1}{348}$	
		0, $\frac{120409}{121104}$
37, 491	$345\frac{1043}{121104}$	

571. Les nombres de la troiſième colonne étant les différences des termes de la progreſſion géométrique des hauteurs du mercure, ſont eux-mêmes en progreſſion géométrique, dont l'*expoſant* eſt auſſi $\frac{347}{348}$. Donc les *denſités* des couches d'air d'égale épaiſſeur, repréſentées par ces nombres, décroiſſent de bas en haut en progreſſion géométrique.

La *denſité* des couches d'air d'égale épaiſſeur décroit de bas en haut en prog. géométrique.

On prolongeroit cette Table à volonté, en faiſant que chacun des termes de la progreſſion géométrique des hauteurs du mercure, fut les $\frac{347}{348}$ du précédent, & en augmentant ſucceſſivement de 12, 497, ceux de la progreſſion arithmétique des *hauteurs* dans l'Atmoſphère.

572. Cette Table, quoique très-exacte, ſeroit fort incommode, à cauſe des fractions, dont les hauteurs du mercure ſeroient accompagnées. Mais on pourroit ſe délivrer de ces fractions, & repréſenter les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne*, en prenant des *moyens proportionnels* géométriques, entre les termes de la progreſſion des hauteurs du mercure : entre ces

Incommodité de la table précédente.

Moyen de la rendre plus commode.

prémiers *moyens proportionnels* géomètriques, on en prendroit des seconds : entre ceux-ci des troisièmes, & ainsi de suite ; jusqu'à ce qu'on fût parvenu à trouver entre ces prémiers termes, des *moyens proportionnels* géomètriques, qui fussent sans fraction, & qui diminuassent successivement de l'unité. En faisant ces opérations sur les hauteurs du mercure, il faudroit en faire de correspondantes sur les *hauteurs* de l'atmosphère ; en prenant autant de *moyens proportionnels* arithmétiques, qu'on en auroit pris de géomètriques. Par ces doubles opérations ; chaque *moyen proportionnel* arithmétique indiqueroit toûjours la *hauteur* de l'air, correspondante à la hauteur du mercure, exprimée par le *moyen proportionnel* géomètrique correspondant.

On auroit ainsi une table très-commode : car dans une de ses colonnes, les hauteurs du mercure décroîtroient de *ligne* en *ligne* ; & on trouveroit dans l'autre colonne, les vraies *hauteurs* de l'air correspondantes à ces abaissemens (*a*). Et quoique les nombres de la prémière de ces colonnes devinssent, par cette opération, les termes d'une progression arithmétique : ces termes seroient cependant toûjours en progression géomètrique, rélativement aux termes de l'autre colonne, qui seroient en progression arithmétique.

Travail immense qu'exigeroit ce moyen.

573. Mais il est difficile de se faire une juste idée du travail immense qu'exigeroit une pareille opération, par le nombre prodigieux de moyens proportionnels géomètriques, qu'il faudroit trouver, avant d'être parvenu à ceux qui exprimeroient les hauteurs du Baromètre de *ligne* en *ligne* ; à quoi il faudroit ajouter un nombre égal de moyens proportionnels arithmétiques, correspondans aux prémiers.

Il est exécuté par la table des logarithmes vulgaires.

574. Faut-il donc entreprendre un aussi grand travail, ou renoncer à l'avantage qu'il annonce ? On y renonceroit sans doute, si le travail étoit à faire : mais il est fait ; *Neper* en inventant les *logarithmes*, a prèvenu nos desirs, bien avant qu'on songeât à mesurer les hauteurs par le Baromètre.

575.

(*a*) Je crois devoir rappeller ici, que je suppose toûjours une certaine température de l'air générale & constante : on verra dans la suite quels sont les changemens qu'exigent ses variations.

575. Si nous examinons la Table des *logarithmes* vulgaires, nous trouverons qu'elle a toutes les conditions que nous cherchions dans la nôtre ; car 1°. cette Table a été formée en prenant des moyens proportionnels géométriques entre les termes de la progression géomètrique décuple, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la suite des nombres naturels ; auprès desquels on a placé les moyens proportionnels arithmétiques correspondans, pris entre les termes de la progression arithmétique des nombres naturels depuis zéro, suivis d'un certain nombre de zéros, égal dans tous les termes : ce sont ces moyens proportionnels arithmétiques, qui ont été appellés les *logarithmes* des moyens proportionnels géomètriques correspondans. Démonstration.

2°. Par cette construction ; en prenant dans la colonne des nombres naturels, des termes qui soient en progression géomètrique, les *logarithmes* correspondans à ces termes, sont en progression arithmétique : & les différences des *logarithmes* de deux termes quelconques d'une progression géomètrique quelle qu'elle soit, donnent la somme des différences égales des termes intermédiaires correspondans d'une progression arithmètique. Mais les différences de hauteur de l'air, correspondantes aux différences de hauteur du mercure, sont aussi égales, quand les hauteurs du mercure sont prises en progression géomètrique (569). Donc les différences de hauteur de l'air (ou les *hauteurs* des colonnes mesurées) suivent la même loi, que les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure, & par conséquent leur sont proportionnelles.

3°. La suite des nombres naturels depuis 1 à 348, peut être prise pour la suite des hauteurs du mercure dans le Baromètre, exprimées en *lignes* ; & les différences des *logarithmes* de ces nombres, seront toûjours proportionnelles aux différences des *hauteurs* de l'air, correspondantes aux différences de hauteur du mercure.

4°. Dans les Tables des *logarithmes* vulgaires, dont il s'agit ici, la différence des *logarithmes* de 347 & 348, est 12497. Or, j'ai trouvé par l'expérience, que par une certaine température, l'épaisseur de la couche d'air interceptée par deux stations, à l'une desquelles le mercure se tiendroit

dans le Baromètre à 348 *lignes*, tandis qu'à l'autre il ne se tiendroit qu'à 347; que cette épaisseur, dis-je, est 12,497 *toises*; &, par ce qui précède, le même rapport règne entre toutes les différences des *logarithmes* des hauteurs du mercure, & les épaisseurs des couches d'air.

Conséquence générale: usage des logarithmes pour calculer les observations du Baromètre.

576. Donc, *par une température déterminée, les différences des logarithmes des hauteurs du mercure, donnent immédiatement en millièmes de toise, la différence de hauteur des lieux où l'on a observé le Baromètre.*

Le rappors de la prog. harm. avec les log. découle des propriétés de l'hyperbole.

577. J'aurois pu démontrer plus généralement les principes & la différence des deux méthodes que j'ai employées pour calculer les différences de hauteur du mercure; en les faisant découler des propriétés de l'hyperbole entre ses asymptotes. On auroit vu, 1°. l'origine du *dividende commun* de la progression harmonique, dans l'égalité de surface des rectangles formés par les *ordonnées* sur les *abscisses*: ces surfaces étant le produit des *abscisses* par les *ordonnées*, comme le *dividende commun* est le produit, constamment le même, des poids supérieurs, par les densités sous ces poids; ou des hauteurs du mercure, par l'épaisseur de la *tranche* qui repose immédiatement sur le lieu de l'observation. 2°. Que calculer les observations du Baromètre de cette manière; c'est mettre bout à bout les *ordonnées* élevées à l'extrêmité de chacune des *abscisses* correspondantes aux hauteurs du mercure de *ligne* en *ligne*, entre les deux stations où le Baromètre a été observé. 3°. Que dans la prémière façon d'employer la progression harmonique, on fait l'épaisseur de la *prémière tranche*, proportionnelle à la dilatation de l'air sur la base de la *seconde tranche*; c'est-à-dire, à l'*ordonnée* de 347 *lignes*; & que dans la seconde manière, on fait cette épaisseur proportionnelle à la dilatation de l'air sur la base de la *prémière tranche*; c'est-à-dire, à l'*ordonnée* de 348 *lignes*. Tandis que généralement; l'épaisseur de cette prémière *tranche*, ainsi que les épaisseurs de toutes les autres *tranches*, doivent être proportionnelles aux dilatations moyennes des *tranches*; c'est-à-dire, aux *aires* comprises entre les *ordonnées* successivement élevées sur les *abscisses* qui représentent la suite des hauteurs du mercure. 4°. Qu'ainsi dans le

le prémier cas, on prend pour la ſuite des épaiſſeurs des *tranches* d'air égales en poids, une ſuite d'*ordonnées* qui deviennent de plus en plus trop grandes, relativement aux *aires* compriſes entre les *ordonnées*; & que par cette raiſon, on trouve des hauteurs trop grandes. Que dans le ſecond cas, on prend au contraire pour la ſuite des épaiſſeurs des *tranches* d'air, une ſuite d'*ordonnées* qui deviennent de plus en plus trop petites, relativement aux mêmes *aires*. 5o. Que plus on ſubdiviſera les hauteurs du mercure; c'eſt-à-dire, plus on augmentera les nombres des termes de la progreſſion harmonique, en les faiſant proportionnellement plus petits; moins il y aura de différence abſoluë entre les *ordonnées*, correſpondantes aux parties de la hauteur du mercure, & des lignes qui ſeroient proportionnelles aux *aires* compriſes entre ces *ordonnées*; tellement que quand on conſidéreroit les termes de la progreſſion harmonique comme infiniment nombreux; c'eſt-à-dire, les diſtances entre les *ordonnées* comme infiniment petites, les erreurs tant en excès qu'en défaut diſparoîtroient.

Enfin, j'aurois pu démontrer généralement par cette voye; qu'en employant les *logarithmes* au calcul des abaiſſemens du mercure; on fait réellement l'épaiſſeur des *tranches*, proportionnelle à leur dilatation moyenne; c'eſt-à-dire, aux *aires* compriſes entre toutes les *ordonnées* correſpondantes aux *abſciſſes* qui repréſentent les hauteurs du mercure en parties égales; & que par conſéquent on remplit exactement ſon but.

Mais je crois que ceux à qui les propriétés de l'hyperbole ſont familières; auront vu dès l'entrée, la vérité des principes que j'ai poſés; ou que du moins ils me comprendront aiſément par ces indications ſeules. Quant aux autres, il me paroît que la démonſtration précédente, étant plus liée aux cauſes phyſiques, ſera plus intelligible pour eux.

578. L'uſage des *logarithmes* pour eſtimer la hauteur des lieux par l'abaiſſement du mercure dans le Baromètre, eſt donc plus exact, & ordinairement plus commode, que celui d'une *progreſſion harmonique*, dont les termes ſont correſpondans aux abaiſſemens du mercure de *ligne* en *ligne*. Cependant, comme cette dernière méthode peut être utile en bien des

L'uſage des logar. eſt plus exact, & ordinairement plus commode.

Cependant la prog. harm.

peut être quelquefois utile.

cas ; je vais indiquer le moyen dont je me suis servi pour la rendre conforme à mes expériences ; & démontrer en même tems qu'on peut l'employer sans de grandes erreurs, au calcul des observations du Baromètre, pour les plus grandes hauteurs où l'on soit parvenu jusqu'à présent.

Fixation d'un *dividende commun* rélatifs aux logarithm.

579. Dans ma prémière méthode, il s'agit, comme je l'ai dit ci-devant (544) de trouver un nombre, qui, divisé par les hauteurs du mercure de *ligne* en *ligne*, donne la grandeur convenable aux termes de la *progression harmonique*, qui doivent exprimer les *hauteurs* des lieux. Le nombre que je trouvai d'abord étoit 25390 ; mais le degré de chaleur de l'air, que j'avois choisi pour y rapporter toutes mes observations, étoit moindre que celui auquel la différence des logarithmes donne la *hauteur* des lieux en *millièmes de toise*. Or, comme le poids de l'air diminuë, à mesure que la chaleur augmente ; chaque colonne d'air qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, doit être plus longue, toutes choses d'ailleurs égales, par la température dans laquelle les *logarithmes* donnent les *hauteurs* en *millièmes de toise* ; que par celle où j'avois réduit mes observations dans mon prémier calcul. Il faut donc augmenter le *dividende commun* : & pour le fixer sûrement d'une manière correspondante aux *logarithmes* ; il suffit de multiplier 348 *lignes* (29 *pouces*), qui est la plus grande hauteur observée du mercure dans le Baromètre ; par 12497, différence des *logarithmes* de 348 & 347, qui exprime dans cette température, en *millièmes de toise*, l'épaisseur des *tranches* d'air, égales à celle qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, lorsque le Baromètre est à 348 *lignes* (568) : & le produit 4348956, donne en *millièmes de toise* le *dividende commun* ; qui est donc 26094, lorsqu'on veut avoir les *hauteurs* en *pieds* ; ou 4349, lorsqu'on les voudra en *toises*.

Correspondance des deux méthodes dans les petites *hauteurs*.

580. Par la formation de ce nombre, on est sûr d'abord que lorsqu'on voudra connoître la différence de *hauteur* de deux stations, dans l'une desquelles le Baromètre s'est tenu à 347 *lig.*, tandis qu'il étoit à 348 *lig.* dans l'autre ; on trouvera la même quantité, soit qu'on prenne la différence des *logarithmes* de ces deux hauteurs du mercure, soit qu'on divise 26094 par 348 ; savoir 74 pieds 11 pouces 9 lignes.

581.

581. Pour faire connoître maintenant la différence des deux méthodes en s'éloignant du prémier terme, je choisirai pour exemple *la plus grande hauteur où l'on ait monté*; c'est l'expression de Mr. *de la Condamine*, en parlant du *Coraçon*, montagne de la Cordelière ; elle est élevée de 2470 *toises* au dessus du niveau de la mer ; & le mercure s'y tenoit à 15 *pouces* 10 *lignes* (*a*). Ainsi, la plus grande différence de hauteur du Baromètre qu'on aît probablement à calculer par mes deux méthodes, est celle de 29 *pouces*, à 15 *pouces* 10 *lignes*, ou de 348 *lignes* à 190. Pour juger à peu près de la différence de valeur des suites de nombres qui résulteroient de ces deux méthodes ; il suffit de comparer leurs derniers termes ; les prémiers étant égaux. On aura le dernier terme de la suite des différences *logarithmiques*, en prenant la différence du *logarithme* de 190 à celui de 189 ; cette différence est de 22918 *millièmes de toise* ou 137, 508 *pieds* ; & pour avoir celui de la *progression harmonique*, il faudra diviser 26094 par 190, dont le quotient 137, 339 *pieds*, est le terme cherché. Nous avons donc à additionner deux suites de 158 termes chacune ; dans lesquelles les prémiers termes sont égaux ; & dont les derniers ne différent que de $\frac{169}{1000}$ de *pieds* ; ce qui ne fait pas $\frac{1}{1000}$ de différence sur les sommes totales.

La différence est très petite pour toutes les hauteurs terrestres.

Quoique cette différence entre les deux méthodes, même à cette hauteur, soit encore si peu considérable, qu'on pourroit la négliger : comme par la propriété des progressions harmoniques, cette différence décroit plus rapidement que les hauteurs ; elle est réduite à $\frac{1}{4000}$ pour la plus grande hauteur que j'aie mesurée dans la montagne de *Salève* ; de sorte qu'abandonnant, comme je l'ai fait, les fractions de *pieds* dans mes calculs, les deux méthodes m'ont donné sensiblement les mêmes résultats.

582. On voit par-là, que bien que l'usage des *logarithmes* soit réellement plus exact, que celui d'une *progression harmonique*, formée de la suite des abaissemens du mercure de *ligne*

Usage de la progression harmonique.

(*a*) Cette expérience fut faite le 20 Juillet 1738. Voyez Journal du voyage fait à l'Equateur &c. par M. de la Condamine, page 58.

ligne en *ligne*, & d'un *dividende commun*; cette différence d'exactitude étant presque insensible, peut être négligée, lorsqu'il s'agit de mesurer la hauteur des montagnes. Si donc on étoit privé du secours des Tables logarithmiques, dans quelqu'endroit où l'on auroit observé le Baromètre; on pourroit y suppléer par la connoissance du nombre 26094, en l'employant de la manière que j'ai indiquée ci-devant pour le nombre 25390. (546.)

Méthode abrégée d'employer le *dividende commun*, par le moyen d'une prog. arithm.

583. Il est vrai que ce calcul est un peu long, quand il s'agit de grandes différences de hauteur du Baromètre; car la méthode la plus facile, est de diviser le nombre 26094, autant de fois qu'il y a de *lignes* dans ces différences; & d'additionner les quotiens. Mais on peut abréger beaucoup le calcul, en ne formant que quelques-uns des termes de la *progression harmonique*; & en considérant les autres termes, comme s'ils étoient en progression arithmétique; dont alors il est fort aisé d'avoir la somme.

Effet de ce changement.

L'effet de ce changement est d'augmenter la hauteur, comparativement au résultat fourni par les *logarithmes*, & cela proportionnellement plus, quand la hauteur est plus grande; par exemple, cette augmentation n'est que d'1 *pied* 8 *pouces* sur une hauteur de 10000 *pieds*, tandis qu'elle est de 60 *pieds* sur 6000. Mais par une propriété de la *progression harmonique* employée comme je l'ai fait; ses termes devenant au contraire de plus en plus trop petits, à mesure qu'on s'éloigne du prémier (565): ce mêlange de la *progression harmonique*, qui donne des termes de plus en plus trop petits, & de la *progression arithmétique*, qui les donne de plus en plus trop grands, produit une compensation telle, qu'il ne reste qu'une augmentation sensiblement proportionnelle dans tous les termes, comparativement aux *logarithmes*.

Manière de compenser cet effet.

584. C'est de cette compensation que résulte le moyen d'abréviation que je propose, pour les cas où l'on auroit de grands abaissemens du Baromètre à calculer, sans le secours des *Tables logarithmiques*. Il consiste à partager la différence de hauteur du mercure en plusieurs parties d'un *pouce* chacune ou à peu près, pour calculer séparément chacune de ces parties; & à diminuer le *dividende commun*, proportionnellement

tionnellement à l'augmentation qui résulteroit sans cela de cette manière de calculer. J'ai trouvé que pour les hauteurs des montagnes, le *dividende*, qui est de 26094, doit être réduit à 26054, lorsqu'on employera cette méthode. Voici un exemple de ce calcul.

585. Je suppose qu'on ait observé le Baromètre en deux stations, dans l'une desquelles il se soit trouvé à 28 *pouces* 4 *lignes* $\frac{1}{4}$, & dans l'autre à 22 *pouces* 1 *lig.* $\frac{1}{2}$. Je partage la différence des deux hauteurs, comme si j'avois observé le Baromètre successivement à 28 *pouc.* 4 *lig.* $\frac{1}{4}$, 27 *pouces*, 26, 25, 24, 23 & 22 *pouc.* 1 *lig.* $\frac{1}{2}$: J'exprime en *lignes* toutes ces *hauteurs* du Baromètre, & je trouve Exemple.

340 *lig.* $\frac{1}{4}$ 324 312 300 288 276 265 *lig.* $\frac{1}{2}$.

Je divise le nombre 26054, par toutes ces *haut.*; les *quotiens* sont:

76,57 80,41 83,50 86,84 90,47 94,41 98,13.

Ces *quotiens* expriment en *pieds*, la hauteur de l'air qui correspond à 1 *lig.* de mercure, lorsque le Baromètre est à la hauteur indiquée par les *diviseurs* qui les ont formés (549).

Je cherche ensuite les sommes particulières des six progressions arithmétiques que l'on doit former entre ces 7 *termes*. Dans la prémière le nombre des *termes* est $340\frac{1}{4} - 324 = 16\frac{1}{4}$, & les *termes* extrêmes sont 76, 57 & 80,41 : par conséquent la somme de cette prémière progression

est . . . . . . $\frac{76,57+80,41}{2} \times 16\frac{1}{4} = 1275,46$ *pieds*.

Dans la 2de. le nomb. des *term.* est $324-312=12$;
ses *termes* extrêmes sont 80,41 & 83,50;

la somme sera donc $\frac{80,41+83,50}{2} \times 12 = 983,40$

La 3me. sera . . $\frac{80,50+86,84}{2} \times 12 = 1022,04$

La 4me. . . . . . $\frac{86,84+90,47}{2} \times 12 = 1063,80$

La 5me. . . . . . $\frac{90,47+94,41}{2} \times 12 = 1109,28$

5453,98

somme des 5 prémières *tranches* . . . 5453,98

Et la 6me. . . . . $\frac{94,41 + 98,13}{2} \times 10\frac{1}{2} =$ . . . 1010,83

Hauteur totale en *pieds*. 6464,81

Conformité du résultat avec le calcul par les *logarithmes*.

586. Si l'on prend la différence des *logarithmes* des deux hauteurs du Baromètre, qui sont 340 *lig.* $\frac{1}{4}$ & 265 *lig.* $\frac{1}{2}$, on aura 1077336, qui seront des *millièmes de toise* (575), & par conséquent 6464, 02 *pieds*. Ainsi le calcul par les *logarithmes* & celui que je propose, donnent sensiblement les mêmes résultats.

J'ai choisi pour exemple une grande différence dans le Baromètre, pour montrer qu'on peut les calculer aisément, & avec exactitude par cette méthode. On voit aussi que le calcul sera fort court, quand la différence n'excédera pas un *pouce*; & qu'on le fera aisément par-tout, pourvu qu'on se souvienne du nombre 26054. Mais si l'abaissement du Baromètre n'étoit que de quelques *lignes*, il faudroit employer le nombre primitif 26094.

Recherche de la température de l'air dans laquelle les logarithmes *donnent les* hauteurs *sans correction. Troisième tentative pour découvrir l'effet de la* chaleur.

Fixation du degré de *chaleur* de l'*air* qui n'exige point de correction dans le calcul par les *logarithmes*.

587. Je viens aux moyens dont j'ai fait usage, pour connoître quel doit être le degré de *chaleur* de l'*air*, pour que la différence des *logarithmes* des hauteurs du mercure dans le Baromètre, donne la hauteur des lieux en *millièmes de toise*; & quels sont les changemens qu'on doit faire aux résultats, pour les variations de la *chaleur*. Cette recherche, que j'appliquerai dans la suite aux *logarithmes*, doit s'entendre de la même manière, relativement à ma *progression harmonique*, dont le *dividende* est 26094; ou 26054 par la méthode abrégée.

588. Je calculai d'abord toutes mes observations par les *logarithmes*; & combinant toutes celles où la différence des *logarithmes* donnoit à peu près la hauteur des lieux en *millièmes de toise*, je trouvai que la *chaleur* moyenne pendant ces

ces obſervations avoit été correſpondante à $+ 16 \frac{3}{4}$ du Thermomètre de mercure diviſé en 80 parties entre les *termes fixes*.

3me. combinaiſon des obſervations.

Après avoir déterminé ce point, je rangeai de nouveau toutes les expériences que j'avois faites dans chaque ſtation, en ſéparant celles qui étoient au-deſſus de ce degré fixe de *chaleur*, d'avec celles qui étoient au-deſſous ; & en indiquant dans chaque expérience, la température, & les réſultats donnés par les *logarithmes*, réduits en *pieds*. Je fis alors, à chaque Station, une ſomme de tous les *degrés* de *chaleur* au-deſſus du point fixe, & de toutes les *hauteurs* trouvées par le calcul : j'en fis autant pour les *degrés* au-deſſous de ce point : je pris le terme moyen des uns & des autres ; & je tirai de ces termes moyens de *chaleur* en *plus* & en *moins*, comparés avec les *défauts* ou *excès* de *hauteurs* correſpondans, quel étoit le nombre de *pieds* qu'il falloit ajouter ou ſouſtraire, pour chaque *degré* de *chaleur* en *plus* ou en *moins*, dans chacune de mes Stations : en voici un exemple.

Seconde manière de faire les corrections pour la chaleur exprimée en *pieds* dans chaque ſtation.

Exemple.

589. Une de ces Stations eſt élevée de 2582 *pieds* au-deſſus de la baſe commune : j'ai fait 17 obſervations en divers tems à cette ſtation ; dont 8 ſe trouvent à des tems où le Thermomètre étoit plus bas que le *point fixe* ; & 9 où il étoit plus haut. La ſomme de tous les *degrés* au-deſſous du *point fixe*, pour les 8 obſervations, ſe trouva $— 33^{d}. \frac{1}{3}$; qui diviſés par 8 donne $— 4^{d}. \frac{1}{6}$ pour terme moyen : la ſomme des *hauteurs* trouvées par les *logarithmes* pour les mêmes obſervations fut 21037 *pieds* ; & le terme moyen 2630 *pieds* ; plus grand de 48 *pieds* que la hauteur réelle. Je trouvai donc, que $4^{d}. \frac{1}{6}$ de moins dans la *chaleur de* l'*air*, produiſoient 48 *pieds* de trop dans la *hauteur du lieu* ; & que par conſéquent 1 *degré* devoit produire $11 p. \frac{1}{2}$.

La ſomme de tous les *degrés* au-deſſus du même point fixe de *ehaleur*, pour les 9 obſervations, étoit $+ 31^{d}. \frac{5}{6}$; & le terme moyen $+ 3^{d}. \frac{1}{2}$: celle des *hauteurs données par le calcul*, pour les mêmes obſervations ; étoit 22875 *pieds* ; & le terme moyen 2542 *pieds* ; plus petit de 40 *pieds* que la hauteur réelle. Ainſi, $3^{d}. \frac{1}{2}$ de plus dans la *chaleur de* l'*air*, avoient produit 40 *pieds* de moins dans la *hauteur du lieu* ; par conſéquent 1 *degré* devoit produire environ $11 p. \frac{1}{2}$.

 Je

Je fis la même opération pour toutes les Stations où j'avois observé : mais je ne trouvai pas par-tout la même uniformité entre l'effet de la diminution de la *chaleur*, & celui de son augmentation : cette uniformité est même défectueuse dans l'exemple que j'ai cité ; comme je le ferai voir dans la suite (599 & *suiv.*). Mais ne connoissant encore, ni cette erreur, ni sa cause ; je combinai dans chaque Station les effets de la diminution & de l'augmentation de la chaleur, & je dressai une Table, qui renfermoit le nombre de *pieds* que je devois ajouter ou soustraire, pour chaque *degré* de chaleur en *plus* ou en *moins*, dans chacune de mes Stations.

Cette correction étoit en raison composée de la hauteur des lieux & de la température.

590. Je comparai alors, l'effet de la *chaleur* dans les différentes Stations ; & je le trouvai sensiblement proportionnel à leur hauteur au dessus du niveau commun. Desorte que la correction à faire, pour réduire le résultat de chaque observation, à ce qu'il auroit été par le degré de *chaleur* déterminé ; devoit être en raison composée, de la *hauteur du lieu*, & du nombre de *degrés* au-dessus ou au-dessous de cette température fixe. Je corrigeai donc de cette manière toutes les *hauteurs* trouvées par le calcul.

Quatrième tentative pour découvrir l'effet de la Chaleur. *Exception singulière des observations faites vers le* lever du Soleil.

Quand j'aurai développé toutes les causes qui se combinent pour produire la différence de hauteur du mercure dans des Baromètres placés à différentes élévations, & que j'aurai montré ce qui se trouve encore indéterminé dans ce problême ; on verra qu'il est digne de l'attention des Physiciens. Ces causes sont tellement enchaînées, qu'un pas de plus, conduit presque toûjours à un autre ; & que chacune de ces découvertes peut s'étendre à bien d'autres usages qu'à celui de mesurer les hauteurs par le Baromètre, qui étoit mon principal objet. J'ai reconnu cette liaison à chaque pas que j'ai fait dans mes recherches ; & j'ai essaié de la faire sentir dans ma narration. Je suivrai le même plan, dans ce qui me reste à développer de cette matière.

591. Lorsque j'eus employé ma nouvelle règle pour calculer mes

mes obſervations en conſéquence des changemens de la *chaleur de l'air*; je conſidérai ce nouveau tableau: & quoiqu'il fut plus correct qu'auparavant, j'y vis encore des diſparités trop ſenſibles pour être négligées. Chaque nouvelle tentative ſur un ſi grand nombre d'obſervations préſentoit un travail très fatiguant. Neantmoins je me déterminai à ranger de nouveau toutes ces obſervations dans l'ordre de leurs différences; en commençant par celles qui donnoient le moins de *hauteur*. Je mis enſuite dans d'autres colonnes toutes les circonſtances qui les avoient accompagnées; voici l'arrangement que je leur donnai dans chaque Station. **Quatrième combinaiſon des obſervat.**

592. La prémière colonne renfermoit les hauteurs du lieu, indiquées par ma règle, dans l'ordre dont je viens de parler. Je mis dans la ſeconde les obſervations de la chaleur de l'air. Dans la troiſième les hauteurs obſervées du Baromètre. La quatrième exprimoit l'état ſenſible de l'Atmoſphère rélativement aux météores: l'heure des obſervations étoit dans la cinquième: enfin je plaçai dans la ſixième, l'année, le mois & le jour, auxquels j'avois obſervé. **Diſtribution des circonſtances qui les accompagnoient.**

593. Cet ouvrage fait, je cherchai s'il n'y avoit point de rapport conſtant entre les différences des hauteurs données par le calcul & quelqu'une des circonſtances indiquées dans les autres colonnes. J'en apperçus pluſieurs dans la comparaiſon des quatre prémières, dont cependant je ne fis pas d'abord uſage, parce que je n'y voyois point encore de régularité. Mais lorſque je fus à la cinquième, qui renfermoit l'heure des obſervations, je fus frappé de voir au haut des colonnes, toutes celles qui avoient été faites vers le *lever du ſoleil*. Je ne trouvai point d'exception à ce rapport; c'eſt-à-dire, que toutes les obſervations faites vers le *lever du ſoleil*, quoique calculées comme les autres, donnoient conſtamment moins de *hauteur* au lieu de l'obſervation. **Les obſervations faites vers le *lever du ſoleil* donnent toutes moins de hauteur.**

594. Ne conſidérant d'abord cette diſſemblance que rélativement au degré de chaleur de l'air, qui eſt ordinairement moins chaud, au *lever du ſoleil*, qu'à toute autre heure du jour; je penſai, que ſi cette différence étoit la cauſe du *défaut* de hauteur; il étoit poſſible que le moment le plus chaud de la journée, fut auſſi celui où les obſervations renfermoient une erreur **La moindre chaleur à cette heure-là, ſuppoſée la cauſe de cette erreur.**

 en

en *excès* : c'eſt ce que je cherchai à connoître de la manière ſuivante.

Recherche des augmentations & diminutions de chaleur dans l'étendue du jour.

595. Je raſſemblai toutes les obſervations du Thermomètre faites dans la plaine ; où pour l'ordinaire, on l'avoit obſervé, comme le Baromètre, à chaque quart d'heure, du matin au ſoir, en diverſes ſaiſons. Je notai les parties du jour auxquelles correſpondoient la moindre, la moyenne & la plus grande chaleur, en comptant depuis le lever du ſoleil juſqu'à ſon coucher ; & je trouvai, qu'en toute ſaiſon, lorſqu'il n'y avoit pas eu de cauſes particulières & ſenſibles, comme du vent, des nuages &c. ; la moindre chaleur, étoit au lever du ſoleil ; la moyenne, à la cinquième partie de la journée, de même que peu de tems avant le coucher du ſoleil ; & la plus grande, aux trois quarts du tems pendant lequel le ſoleil étoit reſté ſur l'horiſon.

La moindre chaleur eſt au lever du ſoleil.

La moyenne à la 5me. partie du jour & vers le coucher du ſoleil.

La plus grande aux trois quarts du jour.

Cinquiéme combinaiſon des obſervat.

596. En conſéquence de cette diſtribution de la chaleur dans l'étenduë de la journée ; je formai une ſeptième colonne dans mon tableau, où je marquai à quelle partie du jour les obſervations avoient été faites. Je trouvai que pluſieurs de celles qui donnoient trop de hauteur, correſpondoient au moment le plus chaud du jour ; mais il y avoit trop d'exceptions dans ce rapport, pour en tirer aucun principe fixe ; & la principale utilité que je trouvai dans ces combinaiſons, fut de ſavoir ; qu'en général, la moyenne chaleur du matin, eſt le tems le plus favorable aux obſervations de ce genre (741). Je remarquai encore, que le moment le plus chaud du jour, eſt toûjours celui où le Baromètre eſt le plus bas dans la plaine, lorſqu'il n'y a point d'autres cauſes de variations : ce qui confirme les principes que j'ai établis rélativement aux effets de la chaleur ſur l'atmoſphère (528). J'ai lieu de penſer qu'il en eſt de même en d'autres climats ; puiſque M. *de la Condamine* nous apprend, dans le journal de ſon voyage à l'Equateur, qu'aux environs de la *Cordelière*, le Baromètre étoit conſtamment à ſon point le plus bas vers trois heures après midi (*a*). Or à cette latitude,

La moyenne chaleur du matin eſt le moment le plus favorable aux obſervations.

Le moment le plus chaud du jour eſt celui où le Bar. eſt le plus bas dans la plaine.

Mr. de la *Condamine* a fait la même obſervation au *Perou.*

(*a*) Mr. *de la Condamine* fit la même obſervation à *Quito*, ce qui paroît d'abord contraire à ce que j'ai dit ailleurs (528, 529) ; que les variations produites par la chaleur de l'air ſur la hauteur du mercure, dans la plaine & ſur les montagnes, ſont

latitude, où le soleil reste toûjours à peu-près douze heures sur l'horison ; trois heures après midi, sont les trois quarts de la journée.

597. Je reviens aux observations faites vers le *lever du soleil*. Les recherches précédentes ne permettent pas d'attribuer à un défaut de correction pour la température de l'air, les écarts considérables que j'ai trouvés dans les résultats de ces observations ; ce qui me conduit à penser, que le *vent d'Est* en est la principale cause.

La cause supposée du défaut des observat. faites vers le *lever du soleil*, ne paroît pas fondée.

En général il n'est vraisemblablement pas indifférent pour le poids de l'air, sur-tout aux environs des montagnes, qu'il y soit comprimé, ou soulevé par les vents ; plus ou moins suivant leur force & leur direction. J'ai tenté quelques expériences avec une sorte d'Anémomètre, que j'ai construit pour cet usage ; mais comme je n'ai rien trouvé d'assez fixe, il seroit inutile de rapporter ces observations. Je dirai donc seulement, que j'ai observé par des vents très-forts ; & que je n'ai point trouvé de variation qu'on pût leur attribuer avec certitude. Sans doute que ces vents étant des courans réguliers dans l'Atmosphère, la loi des pressions ne souffre que des changemens très légers. Mais il n'en est pas de même du *vent d'Est*, lorsqu'il accompagne l'aurore : J'ai souvent remarqué, soit pendant le cours de mes observations, soit dans mes voyages ; qu'au point du jour, l'air est parfaitement calme ; que peu de tems avant le *lever du soleil*, le *vent d'Est* commence à se faire sentir ; & qu'il continuë plus ou moins, suivant les lieux & les circonstances. Or en considérant l'effet que doit produire un air en mouvement, à la rencontre d'un air calme, je vois en général, que dans le choc, la loi des pressions doit être troublée ; que l'air de la plaine peut être soulevé & transporté sur les montagnes ; ensorte que le Baromètre

Recherches sur l'effet que peuvent produire les vents.

Les vents ne troublent pas pour l'ordinaire la Loi des pressions.

Le vent d'Est produit par l'aurore peut la troubler.

opposées. Mais le Baromètre de Mr. *de la Condamine* n'étoit pas chargé au feu, il me l'a dit lui-même ; par cette raison il devoit descendre quand la chaleur augmentoit (353) ; & il descendoit sans doute plus, que l'augmentation de l'air supérieur ne tendoit à le faire monter. D'ailleurs le sommet de ces montagnes a beaucoup d'étenduë : ensorte qu'on peut le considérer comme une espèce de plaine, sur laquelle l'air qui s'élève de la mer n'a pas le tems de se verser entiérement avant d'être condensé de nouveau par la fraicheur du soir.

romètre s'y tenant trop haut, pour la température observée; ou étant sa différence avec le Baromètre de la plaine trop petite; la *hauteur* indiquée par le calcul, est moindre qu'elle ne devroit être. Peut-être aussi que la diminution subite de la *chaleur*, qui se fait pour l'ordinaire dans ce moment là, contribuë à cette exception; c'est ce que j'expliquerai dans la suite (659) (*a*).

La diminution subite de chaleur peut aussi produire cet effet.

L'air de la plaine est plus dilaté au *lever du soleil* qu'à tout autre moment; toutes choses d'ailleurs égales.

598. Mais quelle que soit la cause de cet effet; il est certain par mes expériences, qu'à température & hauteur du Baromètre égales, l'air n'est jamais moins dense dans la partie inférieure de l'Atmosphère, que vers le *lever du soleil*: je puis ajouter encore, que lorsqu'il règne un vent assez fort pour faire obstacle à celui d'Orient, cette différence est moins considérable. Comme je ne parle que d'après l'expérience, je dois me taire lorsqu'elle cesse de me guider. Ainsi je ne puis dire quel est l'état de l'air, lorsqu'au *lever du soleil*, le Ciel est couvert de nuages, ou qu'il pleut: j'ignore aussi, quel effet produisent sur le rapport des poids des différentes couches d'air, ces ouragans qui bouleversent l'Atmosphère dans un petit espace de pays; tandis qu'elle est calme aux environs: on ne s'éloigne pas volontiers de plusieurs lieües de chez soi, pour aller observer dans les montagnes, & en plein air, quand il y a de mauvais tems à craindre.

Les observations faites au lever du soleil ne peuvent être soumises à une règle fixe.

Il faut donc les séparer.

599. Malgré l'accord qui règne entre les observations faites vers le *lever du soleil*, pour donner les *hauteurs* des lieux trop petites; je ne pus trouver aucune règle fixe, pour corriger ce défaut. C'est pourquoi je me déterminai à mettre à part ces observations: & comme elles se trouvoient toutes dans la classe de celles où la température avoit été au-dessous du point fixe dont j'ai parlé; l'operation que j'avois faite pour connoître l'effet de la *chaleur*, eut besoin d'une correction. Pour le faire comprendre, je suivrai l'exemple que j'ai rapporté ci-dessus (589).

600.

(*a*) Je ne puis pas assurer positivement qu'on trouvera par-tout la même exception dans les observations faites au lever du soleil; il n'est pas impossible que la situation des lieux y influë pour quelque chose; j'en donnerai même un exemple dans la suite; & j'indiquerai la situation de la montagne où j'ai fait ces expériences (624).

Changement produit par cette ſouſtraction dans la correction pour la *chaleur*.

600. Dans la Station que j'ai priſe pour exemple, il y avoit 8 obſervations au-deſſous du *point fixe*; la ſomme des *degrés* du Thermomètre étoit — $33\frac{1}{3}$; & celle des *hauteurs réſultantes du calcul* étoit 21037 *pieds*. De ces 8 obſervations, il y en avoit une faite au *lever du ſoleil*, que je ſéparai des autres; ſa température étoit — $5\frac{1}{6}$; & la *hauteur* par le calcul 2600 *pieds*. Il me reſta donc 7 obſervations; la ſomme des *degrés* — $28\frac{1}{6}$; & celle des *hauteurs* 18437 *pieds*: ce qui donne, — 4 pour la *chaleur* moyenne de l'air; & 2634 *pieds* pour la *hauteur* moyenne; plus grande de 52 *pieds* que la hauteur réelle. Il réſulte de cette nouvelle combinaiſon; qu'1 *degré* de moins dans la *chaleur de l'air*, doit correſpondre à 13 *pieds* de plus dans la *hauteur*; au lieu que par la prémière combinaiſon, je n'avois trouvé que 11 *p.* $\frac{1}{2}$ pour le même changement de température.

Uniformité dans les réſultats, produite par ce changement.

601. Cette différence, qui fut de même eſpèce dans tous les cas où j'avois eu des obſervations faites au *lever du ſoleil*, produiſit l'uniformité que je n'avois pas obtenuë dans ma prémière opération. Les réſultats de celle-ci étoient de 3 eſpèces: 1°. Dans quelques Stations, la diminution de la *chaleur*, exprimée en *pieds* pour un *degré* du Thermomètre; donnoit exactement en *plus*, ce que l'augmentation donnoit en *moins*. 2°. En d'autres Stations, le dernier effet paroiſſoit plus grand que le prémier. 3°. Enfin, dans quelques-unes j'avois trouvé une différence contraire.

Les corrections abſolues doivent être plus grandes pour les degrés du Thermomètre au deſſous d'un point fixe, que pour les degrés au-deſſus.

602. Après la ſeconde opération, tout fut réduit au dernier cas; c'eſt-à-dire, que dans toutes les Stations, l'effet de la *chaleur* ſur l'*air*, exprimé en *pieds*, pour un *degré* du Thermomètre, étoit plus grand dans ſes diminutions, que dans ſes augmentations. L'uniformité défectueuſe du prémier cas, venoit d'une ou de pluſieurs obſervations faites vers le *lever du ſoleil*, qui diminuoient, dans la ſomme des réſultats du calcul, l'effet qu'avoit produit la cauſe générale: le grand écart du ſecond cas, étoit occaſionné par pluſieurs obſervations de cette nature: enfin dans le troiſième cas, qui étoit le ſeul correct, il n'y avoit point de ces obſervations.

Exemple tiré du Thermomètre.

603. Il eſt aiſé de s'appercevoir que la Théorie eſt ici d'accord avec l'expérience: pour le faire ſentir, prenons le Thermo-

Thermomètre pour exemple. Cet instrument mesure les augmentations de la *chaleur* par des volumes égaux de mercure qui s'élevent successivement les uns au dessus des autres. Mais cette égalité de volume, n'est pas accompagnée d'une égalité de poids; & par exemple, le volume de mercure qui marque un *degré*, lorsque le Thermomètre est à la chaleur de l'*eau bouillante*, pèse moins, qu'un volume égal qui marque aussi un *degré* quand il est à la *congélation*.

Application de cet exemple à ce qui doit arriver dans l'Atmosphère.

604. Ce que je viens de montrer dans le Thermomètre, nous indique ce qui se passe dans l'air. Les volumes d'air qui sortent d'une colonne, dont la longueur ni la base ne changent point, sont égaux, pour tous les *degrés* égaux parcourus par le Thermomètre en montant: (je suppose que les dilatations de l'air & du mercure suivent la même loi). Mais ces volumes égaux d'air, ne pèsent pas également: leur poids diminuë proportionnellement à leur densité, qui diminuë à mesure que la chaleur augmente. Par conséquent les différences qui en résultent sur les hauteurs du Baromètre, ne sont pas égales; elles sont aussi proportionnelles aux variations de la densité, qui étant en raison inverse des changemens de volume, sont en progression harmonique, quand ceux-ci, sont en progression arithmétique.

Conséquence.

605. Ainsi les corrections absolues à faire pour la chaleur, considérées dans une même Station, ne doivent pas être égales pour tous les *degrés* du Thermomètre, soit au-dessus soit au-dessous de *zéro*, comme je les avois faites d'abord: elles doivent différer au contraire pour chaque *degré*, & suivre la différence des poids des mêmes volumes d'air qui sortent d'une colonne de même hauteur & même base, ou qui y rentrent, par les variations de la chaleur.

Recherche d'une IIIme. règle pour corriger les effets de la chaleur.

606. Je fus donc obligé de changer pour la troisième fois, ma correction rélative aux variations de la *chaleur* de l'*air*, & voici celle que je tirai de mes expériences.

Vme. combinaison des observations.

607. Je cherchai dans toutes les Stations, quel étoit le *rapport* entre la *hauteur du lieu*, & le nombre moyen de *pieds* qu'il falloit ajouter ou déduire pour un *degré* du Thermomètre aux environs du *point fixe* (600); & quelle *loi* suivoient les changemens de ces *rapports*, à mesure qu'on s'éloignoit de

de part & d'autre de ce point déterminé. Quand ces opérations furent faites ; je vis tant de conformité entre les *rapports* trouvés dans chaque Station ; & si peu de régularité dans leurs petites différences ; que je me déterminai à combiner toutes les fractions qui exprimoient ces *rapports*. Je trouvai par cette recherche : qu'aux environs de la température fixe ; la correction pour un *degré* du Thermomètre, étoit *à la hauteur du lieu* ; comme 1 à 215 : & que les augmentations ou diminutions à faire dans ce *rapport*, pour la différence de poids des mêmes volumes d'air différemment échauffés ; étoient assez exactement, comme les *excès* ou *défauts* de la *hauteur* trouvée par les *logarithmes*, comparativement à la *hauteur du lieu*. Ou plus généralement : *la correction à faire pour un degré du Thermomètre, soit en plus soit en moins, étoit à la hauteur fournie par les logarithmes, comme 1 à 215.*

Rapport de la correction à faire pour 1 *degré* du Thermomètre, avec le résultat du calcul par les logarithm.

608. Cette correction devenoit très simple en elle-même : mais elle auroit été sujette à de grandes incommodités dans la pratique, si j'avois conservé la division de mon Thermomètre. Car le *rapport de 1 à 215*, demandoit une opération assez longue : & le point fixe de température, déterminé nécessairement à + 16 *degré* $\frac{3}{4}$, devenoit incommode, & pouvoit même occasionner des méprises dans l'observation. C'est pourquoi je me déterminai à diviser le Thermomètre d'une manière plus commode pour ce genre d'expériences.

Raison d'employer une *échelle* particulière pour cette opération.

609. Le *rapport* de 1 à 1000 fut celui que je trouvai le plus propre à mes vues : mais comme il falloit diviser le Thermomètre en de trop petits *degrés*, pour l'obtenir immédiatement ; je construisis mon *échelle* pour le *rapport* de 1 à 500 : parce qu'en doublant le nombre des degrés de l'observation ; & pour l'ordinaire en ajoutant l'observation de la Plaine à celle de la Montagne (633), j'étois ramené au *rapport* de 1 à 1000.

Recherche d'un rapport commode, de la correction, avec le résultat du calcul. Celui de 1 à 1000 choisi.

610. Pour trouver en quel nombre de parties il falloit diviser l'intervalle compris entre les deux *termes fixes*, en conséquence de ce choix ; je me servis de cette analogie ; comme 215 (dénominateur trouvé pour la première division de mon Thermo-

Division de l'intervalle entre les *points fixes* du Therm. rélative à ce choix.

Thermomètre); est à 500 (nouveau dénominateur): ainsi 80 (*degrés* de cette prémière division); sont au nombre de *degrés* que la nouvelle division doit avoir entre les deux *termes fixes*. Le calcul donne 186: & de plus, comme 80; est à 186: ainsi 16 $\frac{3}{4}$ (qui dans ma prémière division est le point de température où les logarithmes donnent immédiatement la *hauteur*); est à 39; qui, dans ma nouvelle échelle, devint le *point fixe* de chaleur au-dessus & au-dessous duquel il falloit corriger les hauteurs trouvées par le calcul: ce fut à ce point que je plaçai le *zéro*. *L'eau bouillante* correspond donc à + 147 dans cette *échelle*; & l'*eau dans la glace*, à — 39. Ces indications sont suffisantes pour la construire. J'ai placé cette *échelle* auprès de celles de *Fahrenheit* & du Thermomètre de mercure divisé en 80 *parties*, dans la *Fig.* Iere. de la *Pl.* V.; afin qu'on puisse voir leurs rapports d'un coup d'œil.

Fixation du zéro de l'échelle.

Moyen simple de corriger l'effet de la chaleur, fourni par cette échelle.

611. L'opération à faire pour ramener les expériences à une température fixe, est bien simple par ce moyen. Il suffit de multiplier la *hauteur* trouvée, ou la différence *des logarithmes des hauteurs du mercure*, par le double des degrés indiqués sur le Thermomètre, & de diviser ensuite par 1000. Si les degrés sont en *plus*, il faut ajouter à la *hauteur* trouvée, le quotient de la division; & s'ils sont en *moins*, il faut le soustraire. Ainsi nommant *a* la hauteur du lieu, *b* la différence des logarithmes des hauteurs du mercure; *c* les degrés observés sur le Thermomètre; la correction est exprimée par cette formule $b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a$.

Il est conforme à ce qu'exige la différence de poids des mêmes volumes d'air, lorsqu'ils sont inégalement chaud.

612. Cette méthode, qui satisfait, aussi bien que j'ai sçu le voir, à l'ensemble de mes expériences; renferme en même-tems cette condition que j'avois trouvé nécessaire (602 & suiv.); que les quantités soustraites de la *hauteur* concluë immédiatement de l'observation du Baromètre, lorsque le Thermomètre est au-dessous de *zéro*; fussent plus grandes, que les quantités ajoutées à cette *hauteur*, quand le Thermomètre est au-dessus de ce point; quoique pour un même nombre de *degrés*. Car si l'air est plus condensé que le point fixe de *chaleur*, où la différence des logarithmes des hauteurs du mercure dans le Baromètre, donnent immédiatement les *hauteurs*

Fig. 1. Fig. 2. *Pl. V.*

Echelle du Ther.e Destiné à indiquer la Temperature de l'Air.

147 140 30 25 20 15 10 5 0 5 10 15 20 25 30 35 39 45 50 55 60 65 70

Echelle de M.r Fahrenheit.

212 205 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 32 25 20 15 10 5 0

Echelle d'un Ther.e à Mercure qui porte le nom de M.r de Reaumur.

80 30 25 20 15 10 5 0 5 10

Ech.le du Ther.e pour corriger l'effet de la Chal.r sur le Bar. au niveau de 27.p.ces

84 20 15 10 5 0 5 10 12 15 20 25 30

Echelle de M.r Fahrenheit.

212 205 100 95 90 85 80 75 70 65 60 55 50 45 40 32 25 20 15 10 5 0

bouil.te quand le ... Bar.tre est à 27.p.ces

..... dans la ...... Glace

Gravé par G. Dheulland

hauteurs des lieux; les différences des hauteurs du mercure étant plus grandes, celles des logarithmes de ces hauteurs le sont aussi: & réciproquement. Et les corrections que je fais pour la *chaleur*, sont proportionnelles aux différences des logarithmes des hauteurs observées du mercure dans le Baromètre.

Il ne m'auroit pas été possible de trouver cette règle *a priori*; parce que je ne connoissois pas le rapport des dilatations successives de l'air & du mercure. Mais au moyen de la règle découverte par l'expérience, on pourra trouver peut-être quel est ce rapport. Je renvoye à un autre lieu (*663 & 664.*) l'exposition des principes rélatifs à cette recherche; parce qu'ici, il ne s'agit que de l'expérience.

613. Lorsque j'eus déterminé l'*échelle* que devoit avoir mon Thermomètre; je m'y conformai dans l'expression de la *chaleur*, pour toutes mes expériences; & je fis les corrections que ce changement exigeoit. C'est-là le point auquel je me suis arrêté pour ce qui concerne les règles générales. Mais j'ai fait encore quelques remarques particulières, dont je dois faire mention. **Dernier calcul des observations.**

Effet local de la Chaleur.

614. Indépendamment de toutes les causes dont j'ai parlé jusqu'à présent, qui contribuent à la différence de hauteur du mercure dans le Baromètre, il en est une dont les effets ne peuvent être aisément déterminés: c'est la position des lieux. **Exception remarquée dans les stations inférieures de la Montagne.**

Quoique j'eusse renvoyé la recherche d'une règle fixe, jusqu'au tems où, ayant rassemblé beaucoup d'observations, je pourrois parvenir à mon but d'une manière plus certaine; je ne laissois pas de comparer de tems en tems celles que je faisois. Lorsque j'en eus quelques-unes dans toutes les Stations de la Montagne, je m'apperçus que dans les trois plus basses, les différences de hauteur du mercure, étoient en général plus grandes qu'elles ne devoient être, par comparaison avec celles qui les suivoient immédiatement.

615. Je pensai d'abord, que l'air étant chargé auprès de la surface de la Terre, des vapeurs & des exhalaisons qui s'en **Les vapeurs, supposées la cause de cette exception.**

s'en élevent ; ce melange pouvoit être une cause d'irrégularité. Pour reconnoitre si ma conjecture étoit fondée, il auroit fallu répéter très-souvent les expériences dans ces trois Stations, & sur-tout dans des états différens de l'Atmosphère. Mais comme mes occupations ne me permettoient, ni de choisir les tems comme j'aurois souhaité, ni de faire des voyages assez fréquens ; je formai un plan d'observations plus à ma portée.

Plan d'observations pour examiner cette conjecture.

Baromètres placés au haut du Clocher de *St. Pierre* & aux *Rues-Basses.*

Un grand nombre d'observations prouvent que la partie inférieure de l'Atm. est soumise à la loi générale.

616. *Genève* est bâtie sur une colline, au haut de laquelle est située sa Cathédrale. Cette position pouvant me fournir une *hauteur* verticale assez grande pour faire les expériences que j'avois en vuë ; je mesurai l'élévation d'un certain point du Clocher, où je plaçai un Baromètre ; au-dessus d'un endroit des *Rues-basses*, où j'en mis un autre : & par un grand nombre d'observations dont je rendrai compte, je m'assurai que la partie inférieure de l'Atmosphère ne sort point de la règle générale : ce qui sera mieux prouvé encore, par des observations que j'ai faites à *Turin* & au bord de la Mer. Il est vrai que dans le nombre des expériences faites au Clocher de nôtre Cathédrale, il y en a quelques-unes dont les résultats s'écartent de cette règle. Mais ces différences sont en *plus* & en *moins*. D'ailleurs, il en est des observations du Baromètre; comme des opérations que l'on fait avec le Quart-de-cercle, ou d'autres instrumens analogues. Comme dans ces derniers, plus les angles sont aigus, plus les erreurs produisent d'effet : de même lorsqu'il n'y a que peu de différence d'élévation entre deux Baromètres; les plus petites erreurs, influent d'une manière sensible sur le résultat de l'observation.

Remarques sur les observations faites à de petites hauteurs.

Les vapeurs ne sont pas la cause des exceptions observées au bas de la Montagne.

617. Ayant donc reconnu, par les expériences dont je viens de parler, que ma prémière conjecture n'étoit pas fondée : je cherchai quelle autre cause pouvoit produire l'effet que j'avois remarqué dans les Stations du pied de *Salève*; & je la trouvai dans leur position.

Position des Stations en ce lieu là.

618. La direction de cette montagne est du *Nord-Est* au *Sud-Ouest*. Les Stations dont il s'agit, sont à la partie occidentale : un grand rocher nud, s'élève verticalement au-dessus d'elles, à une très grande hauteur. Le soleil darde ses rayons contre

Le soleil

contre ce rocher, depuis midi jusqu'au moment où il se couche; & il l'échauffe si fort, qu'on sent encore une réverbération de *chaleur*, lorsqu'on s'approche de la montagne avant le *lever du soleil*.

échauffe l'air au-dessus d'elles plus qu'ailleurs.

619. Il résultoit de cette circonstance; que la partie inférieure de la colonne d'*air* qui pesoit sur le Baromètre dans ces Stations, étant plus échauffée qu'une portion horisontalement correspondante de la colonne qui, à demi lieüe de-là, soutenoit le mercure dans le Baromètre de la plaine; ces portions correspondantes des deux colonnes, n'étoient pas d'égal poids. C'est-à-dire, que s'il eût été possible d'élever verticalement le Baromètre de la Plaine, à la même hauteur que celui de la Montagne; le prémier se seroit tenu un peu plus haut que le dernier. Par conséquent, le Baromètre de la Montagne se tenoit trop bas, rélativement à à celui de la Plaine; & par cela même il y avoit trop de différence entre eux. Voilà pourquoi, les observations faites dans ces lieux là; quoique calculées par une règle qui convient ailleurs; donnoient les *hauteurs* plus grandes qu'elles ne sont réellement.

La Colonne d'air qui repose sur ces Stations, pèse moins, que celle qui domine sur la Plaine à la même hauteur.

Effet de cette différence, sur les Baromètres.

620. Nous avons un exemple familier de cette différence de poids, dans des colonnes d'*air* très-voisines les unes des autres. Le courant qui détermine la fumée à s'élever dans le canal d'une cheminée, lorsqu'on y fait du feu; n'est occasionné que par la dilatation de l'air dans le canal; qui, rendant la colonne, dont une partie est renfermée, dans le canal plus légère que les colonnes voisines; détruit l'équilibre, & fait que l'air de la chambre se porte continuellement de bas en haut par le canal, & entraîne la fumée avec lui.

Exemple tiré de l'action de l'air dans les cheminées où l'on fait du feu.

621. Le soleil produit, dans le lieu dont je parle, le même effet, que le feu dans une cheminée. Il échauffe le rocher qui s'éleve au-dessus de ces Stations; ce rocher à son tour, échauffe l'air, le dilate, & le rend par conséquent plus *léger* qu'il ne l'est dans toute autre portion de la même couche horisontale. Ainsi le Baromètre doit se tenir plus bas au pied de ce rocher, qu'il ne seroit ailleurs à même élévation. Ce qui confirme mon idée à cet égard, ou plutôt, ce qui me la fit naître; c'est que la *hauteur* de ces Stations,

Application.

Preuve directe.

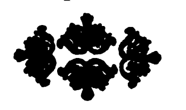
indiquée

indiquée par celle du mercure, se trouvoit toûjours plus grande; lorsque j'avois observé après midi; c'est-à-dire, quand le rocher étoit le plus échauffé par le soleil: & qu'au contraire, si par quelque cause, comme la pluïe ou un vent frais, le rocher avoit été *rafraichi*; la *hauteur* trouvée, étoit aussi exacte qu'ailleurs.

Conséquence. 622. Il est facheux qu'on ne puisse soumettre à des règles fixes, les effets de ces causes locales. Cependant on ne doit pas négliger d'y faire attention. Il faut donc considérer l'état des colonnes d'air qui sont au dessus des deux Stations où l'on a observé le Baromètre: & si l'on juge, que par quelque cause sensible, l'une des deux colonnes doit être plus dilatée que l'autre; on peut ajouter *plus* ou *moins*, suivant les cas, à la hauteur du mercure observée sous la moins pesante des colonnes. Cette remarque est surtout utile, pour les cas où l'on observeroit le Baromètre dans un lieu, dont la *hauteur* seroit connuë: parce qu'alors, si ma règle ne donnoit pas assez exactement cette *hauteur*; on en trouveroit peut-être la raison dans quelque cause locale. Ce que je puis dire de plus précis à cet égard, c'est qu'il faudroit une bien singulière combinaison de circonstances, pour que le changement à faire à la *hauteur* d'une des colonnes de mercure, dût excéder un quart de *ligne*.

Considération sur les causes locales.

Je finis ici le détail de ce que j'ai trouvé de plus certain par mes expériences. Les observations que je rapporterai bientôt, feront connoître le *degré* d'exactitude auquel je suis parvenu. J'indiquerai ensuite les causes qui peuvent produire quelques irrégularités qu'on y remarquera. Mais auparavant, je vais rappeller en abrégé, toutes les conditions nécessaires pour observer avec exactitude; afin de les présenter dans un seul tableau, à ceux qui voudront s'occuper de ces expériences.



CHAPITRE

CHAPITRE QUATRIEME.

Récapitulation dès principales conditions requises pour mesurer les Hauteurs *par le Baromètre.*

623. CE Chapitre ne renfermant que des indications, je l'ai accompagné de *renvois* : afin qu'on puisse recourir aux explications, soit pour l'utilité des précautions indiquées, soit pour la manière d'opérer.

De la forme du *Baromètre portatif.*

1°. Le Baromètre destiné au transport, doit être fait d'un tube simplement recourbé, de $2\frac{1}{2}$ à 3 *lignes* de diamètre intérieur, aussi parfaitement cylindrique qu'il est possible (384) : & si l'on n'en trouve pas qui le soient suffisamment ; il faut au moins employer pour la *petite branche*, une portion de tube, telle, que les diamètres des parties des deux *branches* où les deux extrêmités de la colonne courbée du mercure se trouvent en même tems, soyent aussi exactement égaux qu'il se pourra (444).

Diamètre de son tube.

De son épaisseur.

2°. Le verre du tube ne doit pas avoir plus de de demi *ligne* d'épaisseur. Car outre la difficulté de faire bouillir le mercure dans un tube dont le verre est épais, sans qu'il se rompe ; il est encore difficile de bien estimer la hauteur de la colonne de mercure, au travers d'un verre épais ; à cause de la distance qui se trouve par-là, entre cette colonne, & l'*échelle* qui est tracée sur la monture.

De la manière de le remplir.

3°. Il faut remplir le tube de mercure bien pur ; & le faire ensuite bouillir successivement d'un bout à l'autre, sur dés charbons ardens (356). Le fil de fer qu'on emploie ordinairement dans cette opération, est plutôt nuisible qu'utile.

Précaution pour que son hauteur *absoluë* ne change pas.

4°. On doit faire abaisser le mercure dans le tube, en pompant l'*air* par le bas, jusqu'à ce qu'il soit réduit à la *hauteur* de 20 *pouces* : & après l'avoir tenu un moment dans cet état ; on le laissera remonter peu-à-peu (401 & *suiv.*).

Précaution essentielle pour le Baromètre *portatif.*

5°. Il est essentiel d'empêcher que l'*air* ne puisse s'introduire dans le Baromètre quand on le transporte (404). On peut

peut faire usage pour cet effet du moyen que j'ai employé (418 & *suiv.*); ou de tel autre qui rempliroit le même but.

Forme & construction de son échelle.

6°. Il convient de faire l'*échelle* du Baromètre *portatif*, de manière, qu'une simple addition donne la hauteur du mercure (451, 452); & d'en marquer d'un seul coup l'étenduë, avec une mesure de 27 ou 28 *pouces*; & non par parties, comme on le fait ordinairement. (395).

Précautions en observant.

7°. On doit toûjours frapper le Baromètre avant d'observer, pour prévenir les effets de l'adhésion du mercure aux parois du tube (406); & s'assurer qu'on a l'œil à niveau du mercure, lorsqu'on observe (407).

Thermomètre qui doit accompagner le Baromètre.

8°. Il faut auprès du Baromètre, un Thermomètre de mercure dont la boule soit petite; placé au milieu de la longueur du Baromètre, pour qu'il puisse indiquer plus sûrement sa température moyenne. Les *degrés* de ce Thermomètre doivent avoir un rapport connu avec les parties de l'échelle du Baromètre (365); de même qu'avec la hauteur de sa colonne (478 & *suiv.*). On doit éviter que ces deux instrumens soient inégalement échauffés par la chaleur du corps ou du soleil, pendant les observations (368).

Précaution dans le transport, rélative à la chaleur.

De l'*àplomb*.

9°. Il faut un *à plomb* dans la boëte du Baromètre (405); placé de manière qu'il ne soit point exposé au vent; qu'on puisse arrêter ses oscillations, & l'empêcher de baloter dans le transport (489 & *suiv.*).

Support du Baromètre.

10°. Il est nécessaire en bien des cas, d'avoir un *support* pour placer le Baromètre (406): j'ai éprouvé l'utilité de celui que j'ai décrit (502 & *suiv.*).

Baromètre pour l'observation correspondante à la Station inférieure.

11°. Lorsqu'on veut connoître avec précision la différence de hauteur de deux lieux donnés; il faut nécessairement y avoir des observations simultanées (748). Le Baromètre en l'une des deux Stations, peut être de la forme ordinaire: pourvû qu'on ait soin de le mettre d'accord avec celui qui est destiné au transport; en plaçant convenablement son échelle (394, 3°.). Il doit être aussi purgé d'air par le feu, & accompagné d'un Thermomètre (394, 2°.).

Précautions pour conserver l'accord des Baromètres.

12°. Il faut éviter de faire balancer le mercure dans les Baromètres *portatifs*; & de les mettre inutilement en expérience. Par ce moyen ils conserveront long-tems leur accord avec les

Baromètres

Baromètres *fédentaires* (403). Il eſt bon cependant de comparer quelque fois les Baromètres qu'on porte ſur les montagnes, avec ces derniers; pour s'aſſurer de leur état (402).

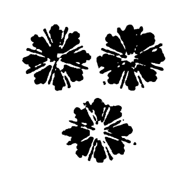
13°. Il faut nettoyer de tems en tems la petite branche du Baromètre *portatif*, de la manière que j'ai indiquée (450). Il faut nettoyer la petite branche du Baromètre portatif.

14°. Il eſt abſolument néceſſaire de connoître le degré de chaleur de l'air au moment de l'obſervation (531): j'ai décrit le Thermomètre que j'emploie à cet uſage (537). Sa conſtruction eſt telle, qu'il indique exactement la température locale dans 5 minutes. On doit le ſuſpendre auſſi haut & auſſi iſolé qu'il eſt poſſible, pour qu'il repréſente aſſez exactement la température de l'air libre, à la hauteur où l'on obſerve. Therm. pour connoître la température de l'air.

15°. Les obſervations faites au *lever du ſoleil*, ne peuvent être ſoumiſes à aucune règle fixe (599); il faut éviter ce moment là: préférer la cinquiéme partie du jour (741); & répéter les obſervations quand cela eſt poſſible, lors même qu'on ne pourroit mettre qu'un petit intervalle de tems entr'elles. Il faut éviter d'obſerver au *lever du ſoleil.* Préférer la 5me. partie du jour; Répéter les obſervations.

16°. Enfin, on doit avoir égard à la poſition des lieux où l'on obſerve, & aux changemens particuliers que des reverbérations de *chaleur* & d'autres cauſes locales, peuvent produire dans la denſité de l'air (622). Conſidérer les cauſes locales.

Il ne me reſte plus à récapituler, que les règles qu'on doit ſuivre, pour conclure des obſervations réunies du Baromètre & des deux Thermomètres, la hauteur des lieux où elles ont été faites. Ce ſera l'objet du Chapitre ſuivant; où j'appliquerai ces règles au grand nombre d'obſervations qui leur ſervent de fondement & de preuve. On y verra le degré d'exactitude auquel je ſuis parvenu.



CHAPITRE CINQUIEME.

Observations du Baromètre, faites à la montagne de Salève.

Situation de la montagne de *Salève*, & des Stations où le Baromètre a été observé.

624. JE commencerai le détail de mes observations, par celles dont j'ai tiré le plus de lumières. Elles ont été faites en quinze Stations différemment élevées, dans une montagne nommée *Salève*; dont l'extrêmité septentrionale est à l'*Est* de *Genève*, qui en est distant d'une lieuë en cet endroit là : la direction de cette montagne est du *Nord Est* au *Sud Ouest*. Les quinze Stations sont comprises dans un espace d'environ deux lieuës en ligne droite; quoiqu'il y ait quatre heures de marche pour les parcourir : les onze prémières se trouvant dans une pente rapide, occupent une étenduë horizontale qui est à peine d'un quart de lieuë; mais depuis la onziéme à la quinziéme, qui se trouve sur la plus haute sommité; la montagne s'élève insensiblement: c'est ce qui m'a obligé de mettre une plus grande distance entre ces dernières Stations. J'indiquerai l'*aspect* de chacune; parce qu'il a pû influer dans les expériences: il est certain même qu'il a influé aux trois prémières Stations.

Observations correspondantes faites à la Plaine.

625. Les observations correspondantes dans la plaine, ont été faites par mon père, avec une exactitude qui ne laisse rien à desirer. Il observoit à chaque quart d'heure, pendant tout le tems que je restois à la montagne; où je faisois ensorte, que chacune de mes observations pût toûjours correspondre, pour le tems, avec une des siennes. Son Baromètre étoit au rez-de-chaussée d'une maison, distante de trois quart de lieuë de mes prémières Stations dans la montagne. Il étoit fixé au mur, & n'a point changé de place pendant tout le tems qu'ont duré mes observations. Le Thermomètre destiné à indiquer le degré de chaleur de l'air, étoit suspendu hors de la maison, sur une petite éminence.

Explication

Explication des colonnes contenues dans les Tables suivantes.

Pour rendre plus sensibles toutes les conditions qu'exige ma règle ; j'ai distribué mes observations en plusieurs colonnes, dont voici l'explication.

Dates & heures

626. I. *Colonne.* Renferme *les dates & les heures* auxquelles j'ai observé. Je les indique ; soit parce que j'aurai occasion dans la suite, de tirer quelques conséquences, des observations faites en divers endroits de la montagne dans le même jour : soit afin qu'on puisse reconnoître l'écart considérable des observations faites vers le *lever du soleil* ; & l'exactitude presque constante de celles qui correspondent à la moyenne chaleur du matin, qui répond à peu-près à la cinquième partie de la journée (596). J'ai préféré à l'ordre des *dates*, celui des augmentations de *chaleur de l'air* ; afin qu'on voye d'un coup-d'œil, l'influence considérable de sa température, sur le résultat des observations.

Etat de l'Atmosphère.

627. II. *Colonne.* Contient, l'*état sensible de l'Atmosphère relativement aux météores.* J'ai toûjours espéré de démêler leur influence dans ces observations : & peut-être qu'en les indiquant, je donnerai lieu à quelqu'un, de m'aider dans cette recherche.

Baromètre inférieur.

628. III. *Colonne.* Renferme trois choses à chaque expérience : 1°. *l'observation immédiate du Baromètre au lieu le plus bas*, exprimée en *seizièmes* de *ligne.* 2°. *la température du Baromètre* représentée par les *degrés* d'un Thermomètre de mercure, dans lequel l'*eau bouillante* est à + 84, & l'*eau dans la glace* à — 12. Chaque *degré* au-dessous de *zéro* est $\frac{1}{12}$ de *ligne* à ajouter, & chaque *degré* au-dessus du même point, est $\frac{1}{12}$ à déduire ; parce que la hauteur du Baromètre de la plaine, ne s'est jamais beaucoup écartée de 27 *pouces*, qui est la hauteur pour laquelle j'ai fixé cette division. Je désigne les *degrés* au-dessous de *zéro*, par le signe — ; & ceux qui sont au-dessus, par le signe +. Enfin la troisième chose indiquée par cette colonne, est *la hauteur du Baromètre, réduite au point où elle se seroit trouvée immédiatement, si la température du lieu avoit été au* zéro *du Thermomètre.*

Baromètre supérieur.

629. IV. *Colonne.* Renferme, *les observations du Baromètre,*

faites

faites au lieu le plus élevé, rangées dans le même ordre détaillé pour la colonne précédente ; avec cette différence seulement, que les degrés du Thermomètre sont modifiés de manière, qu'ils indiquent toûjours des 16mes. *de ligne* à ajouter ou à déduire ; quoique la colonne de mercure ait moins de 27 *pouces* (478, & *suiv.*)

Différences des Baromèt. 630. V. *Colonne.* J'ai placé dans celle-ci, *la différence de hauteur des Baromètres, exprimée en seizièmes de ligne* : non qu'elle soit nécessaire au calcul ; mais afin qu'on puisse remarquer, 1°. que dans le même lieu, & par le même degré de chaleur, cette différence augmente, avec la hauteur *absoluë* des Baromètres (548) ; 2°. Que cette différence de hauteur des Baromètres diminuë sensiblement, à mesure que la chaleur augmente.

Hauteur par les *logarithmes*. 631. VI. *Colonne. Résultat du calcul par les logarithmes.* Ce calcul consiste à prendre la différence des *logarithmes* des deux hauteurs du mercure ; à multiplier cette différence par 6, pour avoir des *millièmes de pieds*, & à diviser ensuite par 1000. J'ai indiqué les hauteurs du mercure en *seizièmes de ligne*, parce que le calcul est plus simple & plus abregé, que si je l'avois fait sur des *lignes* & *seizièmes de ligne.* J'ajouterai, que quelle que soit l'expression des hauteurs du mercure ; qu'elle soit en *lignes* du *pied Anglois*, du *pied de France* ou de tout autre : le rapport géométrique des hauteurs ne changeant point ; la différence des *logarithmes* demeure toûjours la même, & donne toûjours la hauteur en *millièmes de toise de France*, à la température que j'ai fixée. Cette colonne fera sentir, mieux encore que la précédente, l'effet des différens degrés de chaleur de l'*air* : on y verra aussi, que le calcul ne donne pas toûjours le même résultat, pour la même différence dans la hauteur du mercure : mais que ce résultat est plus petit, quand la hauteur absoluë du Baromètre est plus grande ; & réciproquement (556).

Chaleur de l'air aux deux postes. 632. VII. *Colonne. Chaleur de l'air aux deux Stations* ; indiquée par un Thermomètre de mercure, où l'*eau bouillante* est à + 147 & l'*eau dans la glace* à — 39. La prémière indication est celle du Thermomètre au lieu le plus élevé ; la seconde est celle d'un Thermomètre semblable au lieu le plus

plus bas. J'indique les deux observations ; pour faire connoître, qu'il n'y a point de rapport constant dans la température des couches d'air différemment élevées : ce dont j'aurai occasion de faire usage dans la suite.

633. VIII. *Colonne. Sommes des deux observations du Thermomètre exposé à l'air.* Pour avoir le terme moyen arithmétique de température de l'air aux deux Stations, il faut prendre la moitié de ces sommes. Mais comme il faut ensuite doubler ce terme moyen, à cause du rapport que j'ai établi entre les *degrés* de ce Thermomètre, & la correction à faire pour la *chaleur* (609) ; j'ai emploïé immédiatement les sommes des observations. Ainsi les nombres renfermés dans cette *colonne*, représentent des *demi-degrés* du Thermomètre : ceux qui sont précédés du signe —, sont autant de de 1000mes. *parties* de la hauteur trouvée par les *logarithmes*, à déduire de cette même hauteur ; & ceux que précéde le signe +, sont des 1000mes. qu'il faut lui ajouter, pour avoir la *hauteur* réelle. **Chaleur moyenne.**

634. IX. *Colonne. Hauteur corrigée (en* pieds*), telle quelle se trouve par ma règle pour chaque expérience.* On peut comparer ces résultats avec la *hauteur réelle*, indiquée à chaque Station. **Hauteur corrigée.**

J'ai négligé les fractions de *pied* dans les *hauteurs*, & celles des *degrés* du Thermomètre qui accompagne le Baromètre ; parce qu'il en seroit resulté, de l'embarras dans les Tables, & bien du travail dans le calcul.

Ces observations, qui m'ont d'abord servi de guide ; peuvent être considerées maintenant comme des preuves de tout ce que j'ai dit dans les Chapitres précédens. Il est possible même, que l'ordre dans lequel je les rapporte, conduise à la découverte de quelque règle générale, qui diminuë les irrégularités qui subsistent encore : car il est difficile de s'assurer qu'on a tout vu, dans un si grand Tableau.



A la

A la Ire., *dont la hauteur* eſt 216 *pieds* 2 *pouces.*

1760. 9e. Février 8 h. $\frac{1}{2}$ matin.	Calme & ſerein.	5222 — 11 5233	5171 — 15 5186	47	235	— 45 — 47	— 92	213
9e. Mars 6 h. matin.	Calme & ſerein.	5202 — 9 5211	5150 — 14 5164	47	236	— 39 — 43 $\frac{1}{2}$	— 82 $\frac{1}{2}$	216
1759. 8e. Septem. 6 h. matin.	Calme & ſerein.	5215 + 4 5211	5167 + 2 5165	46	231	— 13 — 15	— 28	224

A la II^de^. 428 *pieds* 10 *pouces.*

1760. 9^e^. Mars. 6 h. $\frac{1}{8}$ matin.	Calme & ſerein.	5202 — 9 5211	5106 — 13 5119	92	464	— 39 $\frac{1}{2}$ — 43 $\frac{1}{2}$	— 83	425
1759. 8^e^. Septem. 5 h $\frac{3}{4}$ matin.	Calme & ſerein.	5215 + 4 5211	5127 + 3 5124	87	438	— 11 $\frac{1}{2}$ — 17 $\frac{1}{2}$	— 29	426
1758. 9^e^. Juin 4 h. $\frac{1}{8}$ matin.	Calme & ſerein.	5213 + 6 5207	5125 + 5 5120	87	439	— 4 — 13	— 17	431

A la IIIme. 586 *pieds.*

1760. 9^e^. Mars. 6 h. $\frac{1}{2}$ matin.	Calme & ſerein.	5202 — 9 5211	5075 — 12 5087	124	628	— 38 — 44	— 82	576
1759. 8e. Septem. 5 h. $\frac{1}{2}$ matin.	Zephire ſerein.	5214 + 4 5210	5094 + 3 5091	119	602	— 9 — 17	— 26	586
1758. 9e. Juin. 4 h. matin.	Calme & ſerein.	5213 + 5 5208	5094 + 4 5090	118	597	— 5 — 13	— 18	586

Les obſervations que j'ai raſſemblées ici, ſont des exceptions à deux remarques que j'ai faites ci-devant. Elles donnent les *hauteurs* avec aſſez d'exactitude; quoique dans des Stations, où, par une cauſe locale, elles devroient les donner trop grandes (621). Et d'un autre côté, elles ont été faites vers le *lever du ſoleil*; tems où, dans toutes les autres Stations, j'ai trouvé les *hauteurs* trop petites (599). Mais par cela même ces deux cauſes ont pû ſe compenſer. Cependant je croirois plutôt, que l'exactitude des réſultats procède; de ce que d'un côté, le *rocher* s'étoit rafraichi pendant la nuit; & que de l'autre, ces Stations ſont à l'abri du *vent d'Eſt*: ce qui a fait ceſſer les cauſes d'exceptions.

Iere.

Ire. STATION. 216 *Pieds 2 pouces de hauteur.*

Cette Station & les deux suivantes, sont à la partie Occidentale de la Montagne, dans un talus dominé par un Rocher arride, fort élevé & coupé *à pic*. La chaleur que ce Rocher communique à l'air voisin, fait que les observations du Baromètre, donnent trop de *hauteur* dans ces trois premières Stations (621).

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. supér.*	*Diff. des B*	*Résultat par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 25e. Mars. 5 h. soir	sud — pluïe	5154 — 6 5160	5101 — 9 5110	50	253	—30 —33	—63	237
20e. dit 5 h. soir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5116 — 5 5121	50	253	—23 —21	—44	242
3e. Avril 5 h. soir	petit N.E. serein	5202 — 5 5207	5156 — 1 5157	50	251	—16 —14	—30	243
12. Mars 4 h. ½ soir	petit S. couvert	5165 — 4 5169	5124 + 1 5123	46	233	—13 —11½	—24½	227
8. Avril 5 h. ¼ soir	med. N. nuages	5207 — 1 5208	5164 + 4 5160	48	241	— 5¼ — 6¼	—11½	238
7^e. Aout 7 h. ¾ matin	zephire serein	5208 + 4 5204	5162 + 3 5159	45	226	— 6 — 5½	—11½	223
22^e. Juin 8 h. ¼ matin	calme & couvert	5161 + 5 5156	5120 + 8 5112	44	223	— 3 + 4	+ 1	223
12^e. Avril 4 h. ½ soir	fort N. E. serein	5182 + 3 5179	5141 + 8 5133	46	232	+ 1½ + 2	+ 3½	233
20^e. Juillet 6 h. ¾ matin	calme & serein	5185 + 8 5177	5138 + 7 5131	46	232	+ 1¼ + 4¾	+ 6	234
dit jour 5 h. soir	S. pluïe	5175 +12 5163	5133 +12 5121	42	213	+ 7 + 9½	+17	216
7^e. Août 5 h. ½ soir	zephire serein	5192 + 8 5184	5154 +14 5140	44	222	+14½ +10½	+25	227
1759. 14e. Juillet 5 h. soir	calme & serein	5198 +12 5186	5162 +19 5143	43	217	+20½ —22½	+43	226
			Somme des 12 Observations 2769					

Hauteur moy. 230¾.

IIde. STATION. 428 *pieds* 10 *pouces.*

Même Expoſition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff. des B.*	*Réſultat par Log.*	*Th. ſup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Fevrier. 9 h. matin	calme & ſerein	5224 —12 5236	5129 —14 5143	93	467	—42 —43	—85	427
25e. Mars 5 h. ſoir	med. S. pluie	5154 — 6 5160	5059 —14 5068	92	468	—33 —30	—63	439
20e. dit 4 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5074 — 5 5079	92	468	—23 —21	—44	447
12e. dit 4 h. ſoir	petit S. vapeurs	5165 — 4 5169	5082 0 5082	87	442	—14 —12	—26	430
1758. 1e. Octobre 3 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	zephire ſerein	5222 0 5222	5139 + 4 5135	87	437	—10 — 7	—17	430
1760. 8e. Avril 5 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	med. N. nuages	5207 — 1 5208	5122 + 3 5119	89	449	— 7 — 6	—13	443
7e. Aouſt 8 h. $\frac{1}{4}$ matin	zephire ſerein	5208 + 4 5204	5121 + 3 5118	86	434	— $5\frac{1}{2}$ + $\frac{1}{2}$	— 5	432
12e. Avril 4 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	med. N-E. ſerein	5182 + 3 5179	5098 + 7 5091	88	446	+ $\frac{1}{2}$ + 3	+ $3\frac{1}{2}$	448
10e. Juillet 7 h. matin	calme & ſerein	5186 + 8 5178	5099 + 6 5093	85	431	+ $1\frac{1}{2}$ + $4\frac{1}{2}$	+ 6	433
22e. Juin 8 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5078 + 8 5070	85	433	+ 3 + 4	+ 7	436
20e. Juillet 4 h. $\frac{3}{4}$ ſoir	Sud pluie	5175 +12 5163	5092 +12 5080	83	422	+ 8 +10	+18	430
7e. Aouſt 5 h. $\frac{1}{4}$ ſoir	zephire & ſerein	5192 + 8 5184	5115 +14 5101	83	420	+$15\frac{3}{4}$ +$10\frac{1}{4}$	+26	431
1759. 14e. Juillet 6 h. ſoir	calme & ſerein	5194 +11 5183	5118 +17 5101	82	415	+18 +20	+38	431
				Somme des 13 Obſervations				5657

Hauteur moy. 435 $\frac{2}{13}$

Somme des Observations précédentes								10250
1760. 12e. Avril 3 h. 3/4 soir	petit N E serein	5181 + 3 5178	5041 + 6 5035	143	730	− 2 1/4 + 4 1/2	+ 2 1/4	731
22e. Juin 9 h. matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5019 + 8 5011	144	738	− 2 + 5	+ 3	740
dit 5 h. soir	calme tonnerres	5138 + 8 5130	4996 + 8 4988	142	731	− 1 + 4	+ 3	733
1759 14e. Juillet 7 h. 1/4 soir	calme serein	5196 +12 5184	5055 +12 5043	141	719	+ 5 + 7	+12	727
1760. 20e. Juillet 7 h. 3/4 matin	de même	5186 + 8 5178	5044 + 7 5037	141	719	+ 7 +10	+17	731
dit 4 h. 1/2 soir	violt. O. tonner.	5175 +12 5163	5035 +13 5022	141	721	+8 +10	+18	734
7e. Aoust 4 h. 3/4 soir	zéphire serein	5193 + 9 5184	5056 +12 5044	140	713	+ 9 +12	+21	728
Somme des 21 Observations								15375
Hauteur moy.								732 1/7

Observations faites vers le lever du Soleil.

1760. 9e. Mars 6 h. 1/2 matin	calme serein.	5202 − 9 5211	5046 −12 5058	153	776	−38 1/2 −44	−82 1/2	712
1759. 8e. Septem. 5 h. 1/4 matin	zéphire serein.	5214 + 4 5210	5065 + 2 5063	147	746	−12 −17	−29	724
1758. 9e. Juin 3 h. 3/4 matin	calme serein.	5214 + 6 5208	5066 + 3 5063	145	736	− 5 −13	−18	722



Vme. STATION. 917 *pieds.*

Dans le Valon, au pied de la colline qui le borne au Sud.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff. des B.*	*Réſultat par Log.*	*Th. ſup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la régle.*
1760. 9e. Février 10 h. matin	calme & ſerein	5224 —11 5235	5032 —10 5042	193	979	—33¾ —29¾	—63½	917
25e. Mars 4½ ſoir	méd. S. neige.	5152 — 6 5158	4957 — 9 4966	192	989	—34 —28	—62	927
12e. Février. 9 h. ¾ matin	calme ſerein	5270 —11 5281	5076 —11 5087	194	975	—31 —30	—61	916
1756. 19e. Avril 6 h. ¾ ſoir	méd N E ſerein	5149 — 5 5154	4959 — 7 4966	188	968	—34 —19	—53	917
1760. 20e. Mars 4 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5167 — 7 5174	4975 —10 4985	189	970	—34 —19	—53	918
3e. Avril 5 h. ſoir	petit N. E. ſerein	5200 — 4 5204	5011 — 5 5016	188	958	—22 —14	—36	924
1758. 1e. Octobre 1 h. ſoir	calme brouillard	5230 — 1 5231	5044 0 5044	187	948	—18½ —11½	—30	920
1755. 28e. Sept. 10 h. ¾ matin	calme vapeurs	5166 + 1 5165	4985 + 5 4980	185	950	—11 —14	—25	926
1760. 12e. Mars. 3 h. ½ ſoir	petit S. couvert	5165 — 5 5170	4987 0 4987	183	939	—17 — 9	—26	915
1756. 19e. Avril 4 h. ſoir	méd. N.E. ſerein	5153 — 2 5155	4973 + 1 4972	183	942	—10 — 8	—18	925
1760. 8e. Avril 4 h. ¾ ſoir	méd. N. ſerein	5207 0 5207	5023 0 5023	184	937	—12½ — 4½	—17	921
12e. dit 10 h. ¼ matin	méd. N.E. ſerein	5191 + 1 5190	5012 + 4 5008	182	930	— 9 — 2	—11	920
1755. 14e. Juillet 2 h. ſoir	calme ſerein	5194 + 5 5189	5014 + 6 5008	181	925	— 4 — 2	— 6	919
1760. 22e. Juin 9 h. ¼ matin	calme couvert	5161 + 5 5156	4984 + 7 4977	179	920	— 4 + 3	— 1	919
1759. 7e. Sept. 6 h. ½ ſoir	calme ſerein	5217 + 8 5209	5035 + 6 5029	180	916	— 1½ + ½	— 1	916

Somme de 15 Obſervations 13800

Sommes des Obſervations précédentes. 13800

1760. 12e. Avril 3 h. ¾ ſoir	méd. N.E. ſerein	5181 + 2 / 5179	5004 + 5 / 4999	180	921	− 4 + 4	0	921
22e. Juin 11 h. ½ matin	petit S. couvert	5159 + 6 / 5153	4981 + 7 / 4974	179	921	− 4 + 4	0	921
1758. 8e. Juin 8 h. ſoir	calme ſerein	5207 + 4 / 5203	5029 + 8 / 5021	178	908	+ 2 + 1	+ 3	911
1760. 22e. Juin 5 h. ſoir	petit S. tonnerres	5138 + 8 / 5130	4960 + 8 / 4952	178	920	− 1 + 6	+ 5	925
7e. Aouſt 9 h. matin	zéphire ſerein	5207 + 4 / 5203	5031 + 7 / 5024	179	912	− 1 + 6	+ 5	917
1756. 29e. Aouſt 6 h. ſoir	méd. N.E. nuag.	5196 + 5 / 5171	5023 + 11 / 5012	179	914	+ 4 + 4	+ 8	922
1760. 7e. Aouſt 4 h. ¼ ſoir	zephire ſerein	5194 + 8 / 5186	5019 + 9 / 5010	176	899	+ 7 + 14	+ 21	918
20e. Juillet 8 h. ½ matin	calme ſerein	5185 + 9 / 5176	5010 + 10 / 5000	176	901	+ 9 + 13	+ 22	921
dit 4 h. ½ ſoir	O. tonner. pluïe	5175 + 12 / 5163	5001 + 13 / 4988	175	898	+ 9½ + 13½	+ 23	919

Somme des 24 Obſervations 22075

Hauteur moy. . . . . $919\frac{19}{24}$

Obſervations faites vers le lever du Soleil.

1760. 9e. Mars 6 h. ¾ mat.	calme ſerein	5202 − 9 / 5211	5008 − 11 / 5019	192	978	− 39 − 44	− 83	897
1759. 15e. Juillet 5 h. matin	zéphire ſerein	5197 + 8 / 5189	5015 + 6 / 5009	180	920	− 9½ − 7½	− 17	904



VIme. STATION. 1218 *pieds* 8 *pouces.*

En montant depuis le Valon sur la partie méridionale de la Montagne. Lieu fort isolé, à l'Ouest.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infer.*	*Barom. supér.*	*Diff. des B.*	*Résultat par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Fevrier 10¼ h. matin	calme serein	5225 −12 5237	4973 − 9 4982	255	1301	−34 −29½	−63½	1218
25e. Mars 4 h. soir	petit S. neige	5150 − 6 5156	4894 − 9 4903	253	1311	−34 −27	−61	1231
12e. Fevrier 10 h. matin	calme serein	5271 −10 5281	5016 − 9 5025	256	1295	−32½ −27	−59½	1218
1756. 19e. Avril 6 h. matin	N. E. serein.	5150 − 6 5156	4900 − 8 4908	248	1284	−31 −21	−52	1218
1760. 20e. Mars 4 h. soir	petit N. E. vap.	5168 − 7 5175	4915 − 9 4924	251	1295	−31¾ −20¼	−52	1228
3e. Avril 4¾ h. soir	petit N. E. serein	5200 − 5 5205	4951 − 6 4957	248	1272	−21 −14	−35	1227
1758. 1e. Octobre 0½ h. soir	calme brouill.	5232 − 1 5233	4988 + 1 4987	246	1254	−18 −12	−30	1217
1760. 8e. Avril 4 h. ½ soir	med. N. nuages	5207 − 1 5208	4963 0 4963	245	1255	−15 − 5	−20	1230
1756. 19e. Avril 2 h. ¾ soir	N E. serein	5154 − 2 5156	4926 +11 4915	243	1247	−14 − 5	−19	1224
1755. 28e. Sept. 9 h. ¾ mat.	calme vapeurs	5165 + 1 5164	4927 + 4 4923	241	1245	−13 − 5	−18	1223
1760. 12e. Avril 10 h. matin	fort N. E. serein	5192 0 5192	4954 + 3 4951	241	1238	−13 − 3	−16	1218
1759. 15e. Juillet 5 h. ½ matin	petit E. serein	5197 + 7 5190	4957 + 6 4951	239	1228	− 5½ − 2½	− 8	1218
7e. Sept. 6 h. ¼ soir	calme serein	5217 + 8 5209	4977 + 6 4971	238	1219	− 2½ + 2	− ½	1218
22e. Juin 1760. 11 h. ¾ mat.	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4922 + 6 4916	236	1222	− 5 + 6	+ 1	1223

Somme des 14 Observations 17111

IIIme. STATION. 586 *Pieds.*

Même Exposition que les précédentes.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. supér.*	*Diff des B.*	*Résultat par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Fevrier 9 h. ¼ matin	calme & serein	5224 —12 5236	5098 —13 5111	125	630	—41 —46	—87	575
25e. Mars 4 h. ¾ soir	med. S. pluie	5152 — 6 5158	5025 — 9 5034	124	634	—34 —29	—63	594
20e. dt. 4 h. ½ soir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5040 — 7 5047	124	632	—23½ —20½	—44	604
12e. dit 4 h. soir	petit S. vapeurs	5165 — 5 5170	5050 0 5050	120	612	—14 —12	—26	596
1758. 1e. Octobre 3 h. ½ soir	calme & serein	5222 0 5222	5108 + 4 5104	118	596	— 8¾ — 7¼	—16	586
1760. 8e. Avril 4 h. soir	med. N. serein	5207 — 1 5208	5091 + 3 5088	120	607	— 7¾ — 4¼	—12	600
7e. Aoust 8 h. ½ matin	zephire serein	5209 + 5 5204	5090 + 4 5086	118	597	— 8 + 2	— 6	594
12e. Avril 4 h. soir	fort N. E. serein	5182 + 3 5179	5068 + 7 5061	118	600	— 2 + 4	+ 2	601
22e. Juin 8 h. ¾ matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5048 + 8 5040	115	588	— 2 + 4	+ 2	589
20e. Juillet 7e. ½ matin	calme & serein	5187 + 8 5179	5072 + 7 5065	114	580	— 2 + 8	+ 6	584
dit 5 h. soir	S. pluïe tonner.	5175 +12 5163	5062 +12 5050	113	577	+ 8½ + 9½	+18	586
1759. 14e. Juillet 6 h. ¼ soir	calme & serein	5197 +11 5186	5090 +18 5072	114	579	+17 +11	+28	595
1760. 7e. Aoust 5 h. soir	zephire serein	5192 + 9 5183	5003 +13 5070	113	574	+18 +11	+29	591
				Somme des 13 Observations				7695

Hauteur moy. $591\frac{12}{13}$

VIme. STATION. 1218 *pieds* 8 *pouces.*

En montant depuis le Valon sur la partie méridionale de la Montagne. Lieu fort isolé, à l'Ouest.

Dates & Heures.	Etat de l'air.	Barom. infér.	Barom. supér.	Diff. des B.	Résultat par Log.	Th. sup. & inf.	Sommes.	haut. par la règle.
1760. 9e. Fevrier 10¼ h. matin	calme serein	5225 −12 5237	4973 −9 4982	255	1301	−34 −29½	−63½	1218
25e. Mars 4 h. soir	petit S. neige	5150 −6 5156	4894 −9 4903	253	1311	−34 −27	−61	1231
12e. Fevrier 10 h. matin	calme serein	5271 −10 5281	5016 −9 5025	256	1295	−32½ −27	−59½	1218
1756. 19e. Avril 6 h. matin	N. E. serein.	5150 −6 5156	4900 −8 4908	248	1284	−31 −21	−52	1218
1760. 20e. Mars 4 h. soir	petit N. E. vap.	5168 −7 5175	4915 −9 4924	251	1295	−31¾ −20¼	−52	1228
3e. Avril 4¾ h. soir	petit N. E. serein	5200 −5 5205	4951 −6 4957	248	1272	−21 −14	−35	1227
1758. 1e. Octobre 0½ h. soir	calme brouill.	5232 −1 5233	4988 +1 4987	246	1254	−18 −12	−30	1217
1760. 8e. Avril 4 h. ½ soir	med. N. nuages	5207 −1 5208	4963 0 4963	245	1255	−15 −5	−20	1230
1756. 19e. Avril 2 h. ¾ soir	N E. serein	5154 −2 5156	4926 +11 4915	241	1247	−14 −5	−19	1224
1755. 28e. Sept. 9 h. ¾ mat.	calme vapeurs	5165 +1 5164	4927 +4 4923	241	1245	−13 −5	−18	1223
1760. 12e. Avril 10 h. matin	fort N. E. serein	5192 0 5192	4954 +3 4951	241	1238	−13 −3	−16	1218
1759. 15e. Juillet 5 h. ½ matin	petit E. serein	5197 +7 5190	4957 +6 4951	239	1228	−5½ −2½	−8	1218
7e. Sept. 6 h. ¼ soir	calme serein	5217 +8 5209	4977 +6 4971	238	1219	−2½ +2	−½	1218
22e. Juin 1760. 11 h. ¾ mat.	petit S. couvert	5159 +7 5152	4922 +6 4916	236	1222	−5 +6	+1	1223

Somme des 14 Observations 17111

IIIme. STATION. 586 Pieds.

Même Expoſition que les précédentes.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff des B.*	*Réſultat par Log.*	*Th. ſup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Fevrier 9 h. ¼ matin	calme & ſerein	5224 −12 5236	5098 −13 5111	125	630	−41 −46	−87	575
25e. Mars 4 h. ¾ ſoir	med. S. pluie	5152 − 6 5158	5025 − 9 5034	124	634	−34 −29	−63	594
20e. dt. 4 h. ½ ſoir	calme vapeurs	5164 − 7 5171	5040 − 7 5047	124	632	−23½ −20½	−44	604
12e. dit 4 h. ſoir	petit S. vapeurs	5165 − 5 5170	5050 0 5050	120	612	−14 −12	−26	596
1758. 1e. Octobre 3 h. ½ ſoir	calme & ſerein	5222 0 5222	5108 + 4 5104	118	596	− 8¾ − 7¼	−16	586
1760. 8e. Avril 4 h. ſoir	med. N. ſerein	5207 − 1 5208	5091 + 3 5088	120	607	− 7¾ − 4¼	−12	600
7e. Aouſt 8 h. ½ matin	zephire ſerein	5209 + 5 5204	5090 + 4 5086	118	597	− 8 + 2	− 6	594
12e. Avril 4 h. ſoir	fort N. E. ſerein	5182 + 3 5179	5068 + 7 5061	118	600	− 2 + 4	+ 2	601
22e. Juin 8 h. ¾ matin	calme & couvert	5160 + 5 5155	5048 + 8 5040	115	588	− 2 + 4	+ 2	589
20e. Juillet 7e. ½ matin	calme & ſerein	5187 + 8 5179	5072 + 7 5065	114	580	− 2 + 8	+ 6	584
dit 5 h. ſoir	S. pluïe tonner.	5175 +12 5163	5062 +12 5050	113	577	+ 8½ + 9½	+18	586
1759. 14e. Juillet 6 h. ¼ ſoir	calme & ſerein	5197 +11 5186	5090 +18 5072	114	579	+17 +11	+28	595
1760. 7e. Aouſt 5 h. ſoir	zephire ſerein	5192 + 9 5183	5003 +13 5070	113	574	+18 +11	+29	591

Somme des 13 Obſervations 7695

Hauteur moy. 591 $\frac{11}{13}$

IVme. STATION. 728 pieds 8 pouces.

A l'entrée d'une Gorge qui traverſe la montagne dans ſa largeur, de l'Eſt à l'Oueſt. Cette Gorge, ou valon, a peu de largeur à l'Oueſt, où la Station eſt ſituée; mais elle s'ouvre beaucoup vers l'Eſt.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff. des B.*	*Réſultat par Log.*	*Th. ſup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la régle.*
1760. 9e. Fevrier 9 h. ½ matin	calme & ſerein	5224 —12 5236	5070 —12 5082	154	778	—39 —30	—69	724
12 dit 9 h. ¼ matin	calme & ſerein	5271 —11 7282	5114 —12 5126	156	781	—37 —30	—67	728
25e. Mars 4 ⅝ ſoir	petit S. neige	5152 — 6 5158	4996 — 9 5005	153	784	—33 —29	—62	736
20e. dit 4 ⅜ ſoir	calme vapeurs	5164 — 7 5171	5011 — 9 5020	151	772	—26 —20	—46	736
11e. dit 3 h. ¾ ſoir	petit S. vapeurs	5165 — 5 5170	5023 0 5023	147	751	—15 —12	—27	731
1758. 1. Octobre 3 h. ¼ ſoir	calme & ſerein	5223 0 5223	5075 — 1 5076	147	744	—13 ¼ — 7 ¼	—20 ½	728
1755. 28e. Sept. 11 h. ½ matin	calme vapeurs	5161 — 1 5162	5017 + 2 5015	147	752	—10 —10	—20	737
1756. 9e. Mai 3 h. ½ ſoir	S. O. nuages	5132 + 6 5126	4988 + 9 4979	147	758	— 9 —11	—20	743
1760. 8e. Avril 4 h. ¾ ſoir	med. N nuages	5207 0 5207	5061 + 2 5059	148	751	—10 — 4 ½	—14 ½	740
1759. 7e. Sept. 7 h. ſoir	zephire ſerein	5214 + 4 5210	5070 + 5 5065	145	735	— 6 — 3	— 9	728
1756. 30e. Aouſt 7 h. matin	N E nuages	5204 + 1 5203	5061 + 3 5058	145	736	— 1 — 2	— 3	734
1758 8e. Juin 8 h. ½ ſoir	calme & ſerein	5207 + 8 5203	5063 + 4 5059	144	732	— 1 — 2	— 3	729
1760. 7e. Aouſt 8 h. ¾ matin	de même	5207 + 4 5203	5063 + 4 5059	144	731	— 4 ¼ + 1 ¼	— 3	728
1758. 8e. Juin 8 h. ¼ matin	de même	5206 + 8 5198	5062 + 7 5055	143	727	0 + 1	+ 1	728
				Somme de 140 Obſervations				10250

Sommes des Observations précédentes. 17111

dit 5 h. soir	petit S. couvert	5138 + 8 5130	4902 + 7 4895	235	1222	− 2½ + 5½	+ 3	1225
1756. 9e. Mai 2 h. ¼ soir	S. O. nuages	5135 + 7 5128	4903 + 9 4894	234	1217	− 1 + 5½	+ 4½	1222
29e. Aoust 3 h. ¼ soir	N. E. nuages	5200 + 4 5196	4969 + 9 4960	236	1211	− ½ + 5½	+ 5	1217
1760. 7e. Aoust 9 h. ½ matin	zéphire serein	5207 + 5 5202	4974 + 8 4966	236	1210	+ 2 + 3	+ 5	1216
1758. 8e. Juin 7 h. ½ soir	calme serein	5206 + 8 5198	4970 + 7 4963	235	1205	+ 3½ + 7½	+ 11	1218
dit 7 h. ¼ soir	de même	5206 + 8 5198	5971 + 8 4963	235	1205	+ 4½ + 11	+ 15½	1224
dit 7 h. soir	de même	5206 + 8 5198	4971 + 8 4963	235	1205	+ 5 + 13	+ 18	1227
dit 1 h. soir	de même	5209 + 8 5201	4977 + 9 4968	233	1194	+ 6 + 15½	+ 21½	1220
1760 20e. Juillet 8 h. ¼ matin	zéphire serein	5185 + 8 5177	4956 + 11 4945	232	1194	+ 9 + 13½	+ 22½	1221
1758. 8e. Juin. 6 h. ¼ soir	calme serein	5205 + 9 5196	4973 + 9 4964	232	1190	+ 7½ + 17½	+ 25	1220
1760. 7e. Aoust 4 h. ¼ soir	zéphire serein	5195 + 8 5187	4964 + 8 4956	231	1187	+ 10 + 16	+ 26	1218
1758. 8e. Juin 6 h. soir.	calme serein	5204 + 9 5195	4973 + 9 4964	231	1185	+ 8½ + 20	+ 28½	1219
1760. 20e. Juillet 4 h. soir	méd. O tonnerres	5176 + 12 5164	4946 + 11 4935	229	1182	+ 9 + 19½	+ 28½	1216

Somme des 27 Observations 32974

Hauteur moy. . . . . 1221 $\frac{7}{27}$



VII[me]. *STATION.* 1420 *Pieds.*

Sur le penchant de la Montagne, du côté qui domine le Valon. L'expoſition eſt au Nord Eſt, & cette Station eſt à peu près au niveau du ſommet de la Colline oppoſée.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff des B*	*Réſultat par Log.*	*Th ſup. & inf.*	*Sommes*	*haut. par la règle*
1760. 9e. Mars 7 h. ½ mat.	calme ſerein	5202 — 9 5211	4906 —10 4916	295	1519	—38 —35	—73	1408
9e. Février 10 h. ½ mat.	idem	5226 —11 5237	4935 — 7 4942	295	1511	—33 —29½	—62½	1416
25e. Mars 4 h. ¼ ſoir	méd. S. neige	5150 — 7 5157	4856 — 9 4865	292	1519	—35 —27	—62	1425
12e. Février 10 h. ¼ mat.	calme ſerein	5271 —10 5281	4976 — 8 4984	297	1508	—30 —27	—57	1422
20e. Mars 4 h. ſoir	petit N. E. ſerein	5168 — 8 5176	4877 — 8 4885	291	1508	—34 —21	—55	1425
3e. Avril 4 h. ¾ ſoir	de même	5200 — 5 5205	4911 — 7 4918	287	1478	—27 —14	—41	1417
1758. 1e. Octobre 0 h. ¼ ſoir	calme brouill.	5234 — 1 5235	4951 + 1 4950	285	1459	—17 —12	—29	1416
1756. 19e. Avril 2 h. ¼ ſoir	N. E. ſerein	5170 — 3 5173	4896 + 5 4891	282	1460	—10 —19	—29	1418
1760. 8e. Avril 4 h ¼ ſoir	méd. N. nuages	5207 0 5207	4924 — 1 4925	282	1451	—17 — 4½	—21½	1420
1755. 28e. Sept. 9 h. mat.	calme vapeurs	5165 0 5165	4890 + 4 4886	279	1447	—15 — 6½	—21½	1416
1760. 12e. Avril 9 h. ¾ mat.	fort N. E. ſerein	5192 0 5192	4915 + 2 4913	279	1439	—14 — 3	—17	1415
1756. 29e. Aouſt 11 h. mat.	petit N. E. ſerein	5204 + 3 5201	4927 + 3 4924	277	1426	— 9 + 3	— 6	1418
1759. 15e. Juillet 6 h. ¾ mat.	calme ſerein	5198 + 7 5191	4922 + 8 4914	277	1429	— 2 — 2	— 4	1423

Somme de 13 Obſervations 18439

Somme des Observations précédentes. 21572

7e. Aoust 10 h. $\frac{1}{2}$ mat.	zépire serein	5207 + 5 5202	4866 + 9 4957	345	1788	− $\frac{1}{2}$ + 7 $\frac{1}{2}$	+ 7	1800
1758. 8e. Juin midi.	calme serein	5208 + 7 5201	4867 + 7 4860	341	1787	+ 6 $\frac{1}{2}$ + 13 $\frac{1}{3}$	+ 20	1802
1760 7e. Aoust 3 h. $\frac{1}{2}$ soir	zéphire serein	5197 + 8 5189	4858 + 8 4850	339	1760	+ 5 $\frac{1}{2}$ + 16 $\frac{1}{2}$	+ 22	1800
20e. Juillet 9 h. $\frac{3}{4}$ matin	de même	5184 + 9 5175	4851 + 13 4838	337	1754	+ 8 $\frac{1}{2}$ + 17 $\frac{1}{2}$	+ 26	1800
Le dit 3 h. $\frac{3}{4}$ soir	méd. O. tonner.	5175 + 12 5163	4838 + 10 4828	335	1748	+ 7 $\frac{1}{2}$ + 22	+ 29 $\frac{1}{2}$	1800

Somme des 17 Observations 30574
Hauteur moyenne . . . . $1798\frac{8}{17}$



IXme. STATION. 1965 Pieds 3 pouces.

Même exposition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etats de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom supér.*	*Diff. des B.*	*Résultat par Log.*	*Th. sup & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. ½ mat.	calme serein	5202 — 9 5211	4795 —10 4807	404	2103	—38 —32	—70	1956
25e. dit. 4 h. soir	med. S. neige	5150 — 7 5157	4749 — 9 4758	399	2098	—36½ —27	—63½	1965
9e. Fevrier 11 h. ¼ matin	calme serein	5224 —10 5234	4823 — 8 4831	403	2087	—30¾ —26¾	—57½	1967
12e. dit 11 h. ¼ mat.	de même	5269 —10 5279	4869 — 7 4876	403	2069	—26¼ —23¼	—49½	1967
3e. Avril 4 h. ¼ soir	petit N. E. serein	5200 — 5 5205	4806 — 6 4812	393	2046	—27¼ —12¾	—40	1964
1758. 1e. Octobre 11 h. ¾ mat.	pet. N.E. brouill.	5234 — 1 5235	4847 + 1 4846	389	2012	—16½ —13½	—30	1952
1760. 8e. Avril 4 h. soir	med. N. nuages	5207 — 2 5205	4821 — 1 4820	387	2011	—28 — 4½	—22½	1966
12e. dit 9 h. ½ matin	méd. N.E. serein	5192 0 5192	4808 + 1 4807	385	2007	—17 — 4	—21	1965
1759. 15e. Juillet 7 ¼ h. matin	petit N. E. serein	5198 + 8 5190	4821 + 8 4813	377	1965	— 2¾ + 1¾	+ 1	1963
1760. 22e. Juin 0 h. ¾ soir	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4783 + 6 4777	375	1969	— 6½ + 5½	— 1	1967
1759. 7e. Sept. 5 h. ¼ soir	calme serein	5218 + 9 5209	4841 + 6 4835	374	1942	— 4 + 8	+ 4	1950
1760. 22e. Juin 4 h. ½ soir.	petit S. couvert	5142 + 8 5134	4768 + 6 4762	372	1960	— 2 + 8	+ 6	1971
7e. Aoust 10 h. ¼ mat.	zephire serein	5207 + 6 5201	4835 + 8 4827	374	1945	— ½ + 7½	+ 7	1958

Sommes de 13 Observations 25511

Sommes des Observations précédentes. 25511

dit 3 h. ½ soir	zéphire ferein	5198 + 8 5190	4828 + 8 4820	370	1927	+ 3 + 17	+ 20	1965
1758, 8e. Juin 11 h. ¾ mat.	calme ferein	5209 + 7 5202	4839 + 7 4832	370	1923	+ 8 + 14	+ 22	1965
1760. 20e. Juillet 9 h. ¾ mat.	zéphire ferein	5184 + 9 5175	4820 + 11 4809	366	1911	+ 8 + 17½	+ 25½	1960
dit 3 h. ½ soir	méd. O. couvert	5176 + 12 5164	4811 + 10 4801	363	1900	+ 7 + 22	+ 29	1955

Somme des 17 Observations 33356
Hauteur moyenne 1962 2/17



Xme. STATION. 2211 Pieds.

Même Exposition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. supér.*	*Diff. des B.*	*Résultat par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. $\frac{1}{2}$ matin	petit N. E. serein	5202 — 9 5211	4751 — 10 4761	450	2354	— 38 — 26	— 64	2203
25e. dit 4 h. $\frac{3}{4}$ soir	petit S. neige	5150 — 7 5157	4704 — 8 4712	445	2352	— 35 — 25	— 60	2211
9e. Février 11 h. $\frac{3}{4}$ mat.	petit S. O. serein	5223 — 10 5233	4773 — 8 4781	452	2354	— 32 — 25$\frac{1}{2}$	— 57$\frac{1}{2}$	2218
12e. dit 11 h. $\frac{5}{8}$ mat.	calme serein.	5268 — 10 5278	4821 — 7 4828	450	2322	— 26 — 22	— 48	2211
3e. Avril 4 h. soir	petit N. E. serein	5200 — 5 5205	4758 — 6 4764	441	2307	— 28 — 12$\frac{1}{4}$	— 40$\frac{1}{2}$	2213
1758. 1e. Octobre 11 h. $\frac{1}{2}$ mat.	méd. N. E. brouil.	5235 — 1 5236	4801 + 1 4800	436	2265	— 11 — 13	— 24	2211
1760. 8e. Avril 3 h. $\frac{3}{4}$ soir	méd N. nuages	5207 — 2 5209	4775 — 1 4776	433	2261	— 18 — 4	— 22	2211
12e. dit 9 h. $\frac{1}{4}$ mat.	fort N. E. serein	5192 0 5192	4761 — 1 4762	430	2252	— 16$\frac{3}{4}$ — 4$\frac{1}{4}$	— 21	2206
1759. 15e. Juillet 7 h. $\frac{3}{4}$ mat.	petit N. E. serein	5198 + 8 5190	4773 + 5 4768	422	2210	— 6 + 6	0	2210
1760. 22^{e}. Juin 1 h. soir	petit S. couvert	5158 + 7 5151	4736 + 5 4731	420	2216	— 5$\frac{3}{4}$ + 5$\frac{3}{4}$	0	2216
1759. 7^{e}. Sept. 5 h. $\frac{1}{4}$ soir	calme serein.	5219 + 9 5210	4797 + 6 4791	419	2185	— 3$\frac{1}{4}$ + 9$\frac{1}{2}$	+ 5$\frac{1}{2}$	2197
1760. 22e. Juin 4 h. soir	petit S. couvert	5143 + 8 5135	4725 + 6 4719	416	2201	— 2$\frac{1}{2}$ + 10	+ 7$\frac{1}{2}$	2217
7e. Aoust 11 h. $\frac{1}{4}$ mat.	zéphire serein	5207 + 6 5201	4789 + 7 4782	419	2289	+ 1$\frac{1}{2}$ + 8$\frac{1}{2}$	+ 10	2211

Somme de 13 Observations 28735

Sommes des Obſervations précédentes. 18439

	7e. Sept. 6 h. ¼ ſoir	calme ſerein	5217 + 8 5209	4940 + 5 4935	274	1408	− 4 + 4½	0	1408
1760.	22e. Juin midi	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4885 + 7 4878	274	1424	− 5½ + 6½	+ 1	1425
1756.	1e. Aouſt 7 h. mat.	S. couvert	5163 + 4 5159	4891 + 5 4886	273	1417	0 + 1	+ 1	1418
1760.	22e. Juin 4 h. ¾ ſoir	petit S. couvert	5138 + 8 5130	4866 + 7 4859	271	1413	− 3 + 7	+ 4	1420
	7e. Aouſt 9 h. ¾ mat.	zéphire nuages	5207 + 5 5202	4938 + 9 4939	273	1405	+ 3½ + 6½	+10	1419
1758.	8e. Juin 0 h. ½ ſoir	calme ſerein	5208 + 7 5201	4941 +10 4931	270	1389	+ 7½ +15	+22½	1420
1760.	7e. Aouſt 3 h. ¾ ſoir	zéphire ſerein	5197 + 8 5189	4928 + 8 4920	269	1387	+ 6 + 7½	+23½	1420
	20e. Juillet 8 h. ¾ ſoir	idem	5184 + 9 5175	4920 +13 4907	268	1386	+10 +15	+25	1420
1758.	8e. Juin 5 h. ½ ſoir	calme ſerein	5204 + 8 5196	4934 + 7 4927	269	1385	+ 5½ +21	+26½	1422
1760.	20e. Juillet 3 h. ¾ ſoir	O. couvert tonn.	5176 +12 5164	4909 +11 4898	266	1378	+ 8½ +22	+30½	1420

Somme des 23 Obſervations 32631

Hauteur moy. 1418 17/23



VIIIme. *STATION.* 1800 *Pieds* 6 *pouces.*

Même Exposition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. supér.*	*Diff des B*	*Résultat par Log*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 9e. Mars 8 h. matin	calme serein	5202 — 9 5211	4832 —10 4842	369	1914	—38 —32½	—70½	1779
25e. dit 4 h. soir	méd. S. neige.	5150 — 7 5157	4781 — 9 4790	367	1923	—35½ —25	—60½	1807
9e. Février 11 h. mat.	calme serein.	5225 —10 5235	4856 — 8 4864	371	1915	—33 —27	—60	1800
22e. dit 11 h. mat.	de même	5270 —10 5280	4901 — 7 4908	372	1903	—26½ —24½	—51	1806
3e. Avril 4 h. ½ soir	petit N. E. serein	5200 — 5 5205	4837 — 6 4843	362	1878	—27¼ —12¾	—40	1803
1758. 1e. Octobre midi	calme brouill.	5234 — 1 5235	4878 + 1 4877	358	1846	—20¾ —13¼	—34	1783
1760. 8e. Avril 4 h. ¼ soir	méd N. nuages	5207 — 1 5208	4852 — 1 4853	355	1840	—17½ — 4½	—22	1800
12e. Avril 9 h. ¾ mat.	méd. N. E. serein	5192 0 5192	4840 + 1 4840	352	1829	—13 — 3	—16	1800
1759. 15e. Juillet 6 h. ¾ mat.	petit N. E. serein	5198 + 8 5190	4850 + 8 4842	348	1808	— 1½ + ½	— 1	1806
7e. Sept. 5 h. ¾ soir	calme serein.	5218 + 9 5209	4870 + 5 4865	344	1780	— 5¾ + 5¾	— 0	1780
1760. 22e. Juin 0 h. ½ soir	petit S. couvert	5159 + 7 5152	4814 + 7 4807	345	1806	— 5 + 5	— 0	1806
le dit 4 h. ½ soir	de même	5142 + 8 5134	4799 + 6 4793	341	1791	— 3½ +10	+ 6½	1802

Somme de 12 Observations 21572



Somme de 13 Observations 28735

1758. 8e. Juin 11 h. $\frac{1}{2}$ matin	calme serein	5210 + 7 5203	4793 + 7 4786	417	2177	$+3\frac{3}{4}$ $+12\frac{1}{2}$	$+16\frac{1}{4}$	2212
1760. 7e. Aoust 3 h. matin	zéphire serein	5199 + 8 5191	4785 + 8 4777	414	2166	$+3\frac{1}{2}$ $+16\frac{1}{2}$	+20	2209
20e. Juillet 11 h. $\frac{1}{4}$ matin	de même	5184 + 9 5175	4774 + 10 4764	411	2156	$+4\frac{3}{4}$ $+18\frac{3}{4}$	$+23\frac{1}{2}$	2207
dit 3 h. $\frac{1}{4}$ soir	méd. O. tonnerres	5176 + 11 5165	4767 + 10 4757	408	2144	+ 7 + 23	+30	2209

Somme des 17 Observations 37572
Hauteur moyenne. . . . . $2210\frac{2}{17}$



XIme. STATION. 2333 Pieds.

Sur la croupe de la Montagne. Depuis cette ſtation on ne monte plus qu'inſenſiblement vers les ſuivantes. La plaine ſe découvre d'ici parfaitement excepté au Sud-Oueſt.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. ſupér.*	*Diff. des B.*	*Réſultat par Log.*	*Th. ſup. & inf.*	*Sommes*	*haut par la regle*
1760. 9e. Mars 8 h. ¾ mat.	calme ſerein	5202 — 9 5211	4727 —10 4737	474	2485	—36 —28	—64	2326
25e. dit. 3 h. ¾ ſoir	petit S. neige	5150 — 7 5157	4683 — 8 4691	466	2468	—36 —25	—61	2318
9e. Février midi	petit S. O. ſerein	5222 —11 5233	4750 — 9 4759	474	2474	—31½ —25½	—57	2333
12e. dit 11 h. ¾ mat.	calme ſerein	5267 —10 5277	4795 — 6 4801	476	2463	—26¾ —21¼	—48	2345
3e. Avril 3 h. ¾ ſoir	pet. N. E. ſerein	5200 — 5 5205	4735 — 6 4741	464	2433	—28½ —12½	—41	2333
1758. 1e. Octobre 11h.matin	calme brouill.	5236 — 1 5237	4780 + 1 4779	458	2385	—10 —15	—25	2325
1760. 12e. Avril 9 h. mat.	fort N E. ſerein	5192 0 5192	4737 — 1 4738	454	2385	—18½ — 5	—23½	2329
8e. dit 3 h. ½ ſoir	méd. N. nuages	5207 — 2 5209	4753 — 1 4754	455	2382	—17½ — 3½	—21	2332
2e. Octobre 3 h. ½ ſoir	petit N.E. ſerein	5219 + 3 5216	4775 + 4 4771	445	2324	— 6 + 4	— 2	2319
22e. Juin 1 h. ¼ ſoir	méd. S. couvert	5158 + 7 5151	4714 + 5 4709	442	2337	— 8½ + 7	— 1½	2334
1759. 15e. Juillet 8 h. mat.	petit N. E. ſerein	5198 + 8 5190	4750 + 5 4745	445	2336	— 5¾ + 8¾	+ 3	2343
1760. 22e. Juin 3 h. ¼ ſoir	med. S. couvert	5147 + 8 5139	4706 + 5 4701	438	2321	— 3¾ +14¾	+11	2346

Somme des 12 Obſervations . . . . 27983.

Sommes des Observations précédentes 31006

1760. 7e. Aoust 2 h. ¾ soir	zéphire ferein	5198 + 8 5190	4716 + 7 4709	481	2534	+ 3 +16	+19	2582
1756. 20e. Juin 4 h. soir	calme ferein	5180 +11 5169	4700 + 9 4691	478	2528	+ 1 +19	+20	2579
1760. 20e. Juillet 11 h. ½ mat.	petit N. nuages	5181 +10 5171	4702 + 8 4694	477	2522	+ $3\frac{1}{2}$ + $19\frac{1}{2}$	+23	2580
dit 2 h. ½ soir	méd. O. tonnerres	5174 +12 5162	4696 + 9 4690	475	2515	+ 8 + $23\frac{1}{2}$	+ $31\frac{1}{2}$	2594

Somme des 16 Obfervations 41341
Hauteur moyenne . . . . $2583\frac{13}{16}$



XIIIme. STATION. 2700 Pieds.

Même exposition que la précédente.

Dates & Heures.	*Etat de l'air.*	*Barom infér.*	*Barom. supér.*	*Diff. des B*	*Résultat par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la règle.*
1760. 12e. Avril 8 h. matin	fort N. E. serein	5192 — 1 5193	4663 — 2 4665	528	2794	—20½ — 8	—28½	2715
1758. 1e. Octobre 9 h. ¾ matin	calme serein & brouillards au dessous.	5239 — 1 5240	4712 + 3 4709	531	2784	—11¼ —16¾	—28	2706
1760. 8e. Avril 3 h. soir	med. N. nuages	5207 — 1 5208	4681 — 2 4683	525	2768	—17¾ — 1¼	—19	2716
2e. Octob. 2 h. ¾ soir	petit N. E. serein	5220 + 3 5217	4706 + 3 4703	514	2703	— 6½ + 4½	— 2	2697
22e. Juin 2 h. ¾ soir	petit S. couvert	5151 + 8 5143	4640 + 5 4635	508	2710	+ 9 —11	— 2	2704
1759. 15e. Juillet 10 h. matin	calme serein	5194 +11 5183	4683 + 7 4676	507	2682	+ 2¼ + 5¾	+ 8	2703
7e. Sept. 4 h. soir	calme vapeurs	5218 +10 5208	4708 + 7 4701	507	2669	— 2¾ +14¾	+12	2701
1758. 8e. Juin 10 h. matin	calme serein	5209 + 7 5202	4701 + 7 4694	508	2677	+ 1½ +10½	+12	2709
1760. 7e. Aoust 0 h ¾ soir	zéphire serein	5202 + 7 5195	4697 + 7 4690	505	2665	+ ½ +11½	+12	2697
ledit 1 h. ¾ soir	de même	5199 + 8 5191	4695 + 7 4688	503	2666	+ 2¼ +14¼	+16½	2700
20e. Juillet midi	petit N. nuages	5179 +10 5169	4680 + 8 4672	497	2634	+ 4½ +20½	+25	2700
dit 0 h. ½ soir	de même	5179 +11 5168	4680 + 8 4672	496	2629	+ 5½ +21½	+27	2700
dit 1 h. soir	de même	5178 +11 5167	4679 + 8 4671	496	2629	+ 5½ +21½	+27	2700
dit 2 h. ¼ soir	de même	5174 +12 5162	4675 + 8 4667	495	2627	+ 5½ +23½	+29	2703
dit 2 h. soir	de même	5174 +11 5163	4677 + 8 4669	494	2620	+ 6 +24½	+30½	2700

Somme des 15 Observations 40551

Hauteur moyenne . . . . 2703 $\frac{6}{15}$

XIVme. *STATION.* 2742 *Pieds 5 pouces.*

Toûjours sur la croupe de la Montagne, mais à l'Orient près du Rocher sur lequel est la Station suivante.

Dates & Heures.	*Etats de l'air.*	*Barom. infér.*	*Barom. supér.*	*Diff. des B.*	*Résultats par Log.*	*Th. sup. & inf.*	*Sommes.*	*haut. par la régle.*
1760. 12e. Avril 6 h. mat.	fort N E. serein	5196 − 1 5197	4651 − 5 4656	541	2865	−25¼ −20¾	−46	2733
1758. 1e. Octobre 7 h. ¾ mat.	petit E. serein & brouillards au dessous.	5242 − 1 5243	4700 0 4700	543	2849	−17¼ −20¼	−37½	2742
8e. Juin 6 h. ¼ matin	E. nuages	5209 + 4 5205	4684 + 4 4680	525	2770	− 5 − 4	− 9	2745
1760. 2e. Octobre 1 h. soir	petit N. E. serein	5224 + 2 5222	4701 + 4 4697	525	2761	− 6½ + ½	− 6	2744
1758. 8e. Juin 6 h. ¾ matin	E. nuages	5208 + 4 5204	4689 + 6 4683	521	2749	− 3 + ½	− 2½	2742
dit 7 h. ¼ matin	calme nuages	5209 + 5 5204	4691 + 7 4684	520	2743	− 2¼ + 1¾	− ½	2742
1760. 13e. Aoust 3 h. ¼ soir	med. S. nuages	5169 + 9 5160	4652 + 4 4648	512	2723	− 5½ + 11	+ 5½	2738
1758. 8e. Juin 8 ½ h. mat.	calme nuages	5210 + 6 5204	4692 + 6 4686	518	2732	− ½ + 6	+ 5½	2747
1759. 7e. Sept. 2 h. soir	de même	5216 + 8 5208	4702 + 8 4694	514	2708	− 2¼ + 13¾	+ 11½	2739
15e. Juillet 4 h. soir	zéphire serein	5181 + 11 5170	4675 + 9 4666	504	2673	+ 5 + 20	+ 25	2740

Somme des 10 Observations 27412

Hauteur moyenne. 2741⅕



XVe.

XVme. STATION. 2926 Pieds 8 pouces.

Sur un Rocher isolé, qui domine toute la Montagne.

Dates & Heures.	Etat de l'air.	Barom. infer.	Barom. super.	Diff. des B.	Résultat par Log.	Th. sup. & inf.	Sommes	haut par la règle.
1756. 30e. May 6 h. ¾ mat.	E. serein	5208 — 4 5204	4626 — 6 4632	577	3059	—28½ —14½	—43	2927
1758. 1e. Octobre 7 h. ½ matin	calme serein & brouillards au dessous.	5242 — 2 5244	4665 — 2 4667	577	3038	—18¼ —20¾	—39	2919
1756. 30e. May 11 h. ¼ mat.	E. serein	5209 + 1 5208	4635 — 4 4639	569	3015	—23 — 5	—28	2930
1755. 3e. Aoust 8 h. ¾ matin	S. couvert	5126 + 5 5121	4566 — 1 4567	554	2983	—18 — 1	—19	2927
1756. 30e. May 3 h. ¼ soir	calme serein	5204 + 1 5203	4637 — 2 4639	564	2990	—17 — 2	—19	2933
1760. 2e. Octobre 0 h. ½ soir	petit N. E. serein	5225 + 2 5223	4669 + 3 4666	557	2939	— 6 + ½	— 5½	2923
1758. 8e. Juin 8 h. ¼ mat.	E. nuages	5209 + 5 5204	4658 + 5 4653	551	2916	— 2 + 6	+ 4	2928
1760. 13e. Aoust 2 h. ¾ soir	S. nuages	5168 + 8 5160	4622 + 5 4617	543	2898	— 3½ + 9½	+ 6	2915
1759. 7e. Sept. 1 h. ½ soir	petit N. nuages	5218 + 8 5210	4672 + 7 4665	545	2879	0 +15	+15	2922
15e. Juillet 2 h. soir	petit O. serein	5188 +11 5177	4644 + 9 4635	542	2881	— ½ +16½	+16	2927
ledit 3 h. ½ soir	de même	5182 +11 5171	4644 + 8 4636	535	2846	+ 5 +22	+27	2923

Somme des 11 Observations 32174

Hauteur moyenne. 2924 10/11

Observa-

Somme des Observations précédentes. 27983

7e. Aoust 11 h. ½ mat.	zéphire serein	5206 + 6 5200	4768 + 6 4762	438	2293	+ 1¼ + 9¾	+11	2318
1758. 8e. Juin 11 h. ¼ matin	calme serein	5210 + 7 5203	4770 + 6 4764	439	2297	+ 3 + 12½	+15½	2333
1760. 7e. Aoust 2 h. ½ soir	zéphire serein	5200 + 8 5192	4762 + 7 4755	437	2291	+ 2¾ + 16	+18¾	2333
20e. Juillet 9 h. ½ matin	de même	5183 + 9 5174	4750 + 8 4742	432	2272	+ 5½ + 19	+24½	2328
dit 3 h. soir	méd. O. couvert	5175 + 12 5163	4743 + 10 4733	430	2266	+ 7½ + 24	+31½	2337

Somme des 17 Observations 39632
Hauteur moyenne. 2331 5/17



XVIIIme. STATION. 2926 Pieds 8 pouces.

Sur un Rocher isolé, qui domine toute la Montagne.

Dates & Heures.	Etat de l'air.	Barom. infér.	Barom. supér.	Diff. des B.	Résultat par Log.	Th. sup. & inf.	Sommes	haut par la règle.
1756. 30e. May 6 h. ¾ mat.	E. serein	5208 − 1 5209	4626 − 6 4632	577	3059	−28½ −14½	−43	2927
1758. 1e. Octobre 7 h. ½ matin	calme serein & brouillards au dessous.	5242 − 2 5244	4665 − 2 4667	577	3058	−18¼ −20¾	−39	2919
1756. 30e. May 11 h. ¼ mat.	E. serein	5209 + 1 5208	4635 − 4 4639	569	3015	−23 − 5	−28	2930
1755. 1e. Aoust 8 h. ¾ matin	S. couvert	5126 + 5 5121	4566 − 1 4567	554	2983	−18 − 1	−19	2927
1756. 30e. May 3 h. ¼ soir	calme serein	5204 + 1 5203	4637 − 2 4639	564	2990	−17 − 2	−19	2933
1760. 2e. Octobre 0 h. ½ soir	petit N. E. serein	5225 + 2 5223	4669 + 3 4666	557	2939	− 6 + ½	− 5½	2923
1758. 8e. Juin 8 h. ¼ mat.	E. nuages	5209 + 5 5204	4658 + 5 4653	551	2916	− 2 + 6	+ 4	2928
1760. 13e. Aoust 2 h. ¾ soir	S. nuages	5168 + 8 5160	4622 + 5 4617	543	2898	− 3½ + 9½	+ 6	2915
1759. 7e. Sept. 1 h. ½ soir	petit N. nuages	5218 + 8 5210	4672 + 7 4665	545	2879	0 +15	+15	2922
15e. Juillet 2 h. soir	petit O. serein	5188 +11 5177	4644 + 9 4635	542	2881	− ½ +16½	+16	2927
ledit 3 h. ½ soir	de même	5182 +11 5171	4644 + 8 4636	535	2846	+ 5 +22	+27	2923

Somme des 11 Observations 32174
Hauteur moyenne. . . . . 2924 $\frac{10}{11}$

Observa-

Somme des Observations précédentes. 27983

7e. Aoust 11 h. ½ mat.	zéphire serein	5206 + 6 = 5200	4768 + 6 = 4762	438	2293	+ 1¼ + 9¾	+ 11	2318
1758. 8e. Juin 11 h. ¼ matin	calme serein	5210 + 7 = 5203	4770 + 6 = 4764	439	2297	+ 3 + 12½	+ 15½	2333
1760. 7e. Aoust 2 h. ½ soir	zéphire serein	5200 + 8 = 5192	4762 + 7 = 4755	437	2291	+ 2¾ + 16	+ 18¾	2333
20e. Juillet 9 h. ½ matin	de même	5183 + 9 = 5174	4750 + 8 = 4742	432	2272	+ 5½ + 19	+ 24½	2328
dit 3 h. soir	méd. O. couvert	5175 + 12 = 5163	4743 + 10 = 4733	430	2266	+ 7½ + 24	+ 31½	2337

Somme des 17 Observations 39632
Hauteur moyenne. . . . . $2331\frac{5}{17}$



XIIme. STATION. 2582 Pieds 4 pouces.

En suivant la Croupe de la Montagne, vers le Sud-Ouest.
Les observations ont été faites sur le bord Occidental.

Dates & Heures.	Etat de l'air.	Barom. infér.	Barom. supér.	Diff. des B.	Résultat par Log.	Th. sup. & inf.	Sommes.	haut. par la règle.
1760. 12e. Février 0 h. ½ soir	calme serein	5263 − 9 5272	4745 − 5 4750	522	2717	−26¾ −20¼	−47	2589
12e. Avril 8 h. ¾ matin	fort N.E. serein	5192 − 1 5193	4688 − 3 4691	502	2649	−21 − 7	−28	2575
1758. 1e. Octobre 10 h. ½ mat.	petit N. serein & brouillards au dessous.	5236 − 1 5237	4734 + 3 4731	506	2648	− 9 −15½	−24½	2583
1760. 8e. Avril 3 h. ¼ soir	méd N. nuages	5206 − 1 5207	4701 − 2 4703	504	2652	−18½ − 2	−20½	2598
1759. 15e. Juillet 9 h. matin	calme serein.	5197 + 9 5188	4702 + 6 4696	492	2596	− 5¼ + 1¼	− 4	2586
1760. 2e. Octobre 3 h. soir	petit N. E. serein	5220 + 3 5217	4727 + 3 4724	493	2587	− 7½ + 4	− 3½	2578
1756. 20e. Juin 7 h. ½ matin	calme serein.	5187 + 5 5181	4695 + 4 4691	490	2589	− 8¾ + 5¼	− 3½	2580
dit midi	Idem	5184 + 8 5176	4696 + 4 4692	484	2558	− 5¼ +12¾	− 7½	2578
1759. 7e. Sept. 4 h. ¼ soir	calme vapeurs	5219 +10 5209	4728 + 6 4722	487	2558	− 4 +12	+ 8	2578
1760. 22e. Juin 3 h. ¼ soir	calme couvert	5146 + 8 5138	4661 + 6 4655	483	2572	− 1¾ +12¼	+10½	2599
1758. 8e. Juin 10 h. ½ matin	calme serein	5209 + 7 5202	4723 + 7 4716	486	2556	+ ½ +10½	+11	2584
1760. 7e. Aoust 0 h. ¼ soir	zéphire serein	5203 + 7 5196	4720 + 7 4713	483	2542	+ 3 +11	+14	2578

Somme de 12 Observations 31006

VIIme. Station, haute de 1420 *pieds*.

1756. 11e. Avril 6 h. ½ matin.	Vapeurs.	5107 − 7 5114	4827 − 7 4834	280	1467	− 29 − 23	− 52	1391
19e. dit. 5 h. ¾ matin.	*Est* serein.	5149 − 4 5153	4861 − 6 4867	286	1488	− 27 − 21	− 48	1416
29e. Août 5 h. ¼ matin.	Petit *E.* serein.	5201 + 2 5199	4921 0 4921	278	1432	− 19 − 20	− 39	1376
1er. Août 4 h. ½ matin.	Petit *E.* serein; peu après S. nuages.	5162 − 1 5163	4886 + 3 4883	280	1453	− 11 − 17	− 28	1412

XIIme. Station, haute de 2582 *pieds*.

1756. 20e. Juin 4 h. ¾ matin.	Petit *E.* serein.	5184 + 5 5179	4688 + 1 4687	492	2601	− 13 − 11	− 24	2539

XIVme. Station, haute de 2742 *pieds*.

1758. 1er. Octob. 6 h ¾ matin.	E. au niveau de la surface super. des brouillards.	5240 − 2 5242	4697 − 4 4701	541	2838	− 27¼ − 22¾	− 50	2696
8e. Juin 4 h. ½ matin.	*E.* serein.	5202 + 3 5199	4679 0 4679	520	2746	− 13½ − 17	− 30½	2662

XVme. Station, haute de 2927 *pieds*.

1756. 30. Mai 5 h. matin.	E. serein.	5203 − 1 5204	4623 − 6 4629	575	3051	− 36½ − 22½	− 59	2871
1760. 12e. Août. 5 h. ¼ matin.	Fort N. E. serein.	5196 − 2 5198	4617 − 5 4622	576	3060	− 26 − 25	− 51	2904
1758. 1er. Octobre. 6 h. ¼ matin.	E. serein. Il s'élevoit des brouillards des Rivières.	5240 − 2 5242	4660 − 4 4664	678	3044	− 25½ − 25	− 50½	289[illegible]
8e. Juin 4 h. matin.	E. nuages.	5202 + 4 5198	4646 + 1 4645	553	2931	− 11 − 17	− 28	2845
Le dit jour 5 h. ¼ matin.	De même	5202 + 4 5198	4647 + 1 4646	552	2925	− 9 − 11½	− 20½	2865

CHAPITRE SIXIEME.

Nouvelles applications des REGLES précédentes.

LEs observations que j'ai détaillées dans le Chapitre précédent; sont celles que j'ai d'abord cherché à concilier en les ramenant le plus qu'il m'a été possible à des résultats semblables, par des règles susceptibles d'être généralisées. J'ai développé dans le Chapitre III.; la marche que j'ai suivie dans cette recherche; & l'on vient d'en voir le succès. Il est tel, que je ne m'étois jamais flatté de l'atteindre.

Le nombre des expériences que j'ai rapportées, est déja une preuve bien forte de l'exactitude avec laquelle on peut mesurer les *hauteurs* par les moyens que j'ai indiqués. Mais toutes ces expériences ont été faites dans une même montagne, & l'on pourroit soupçonner que la conformité d'exposition, produisoit une régularité, qu'on ne retrouveroit pas ailleurs. Je me suis fait moi-même cette objection; & pour m'éclaircir là-dessus, je n'ai perdu aucune occasion de vérifier ma règle, en divers lieux & de diverses manières. Je vais rapporter ces vérifications.

Observations faites au Clocher de St. PIERRE, Cathédrale de GENEVE.

J'ai fait mention ci-devant du motif qui m'avoit déterminé à faire ces observations (615 & 616); je vais maintenant en rendre compte.

Emplacement des Baromètres pour les observ. à St. Pierre.

635. Ce fut au mois de Juillet 1759, que je les entrepris; je plaçai alors un Baromètre au plus haut de l'une des tours de *St. Pierre*, fixé solidement à la pièce de bois *de bout*, qui soutient le faite du toit. La boëte qui le contenoit avec son Thermomètre, fermoit à clef; ensorte que je suis assuré qu'il n'a point souffert d'altération pendant tout le cours de mes expériences. Je plaçai un autre Baromètre, d'accord avec le précédent, dans un endroit des *Rues-basses*,

élevé d'environ 7 *pieds* au-dessus du niveau du Rhône en Eté, tems auquel il est le plus haut. Ce Baromètre étoit enfermé, comme le précédent, avec un Thermomètre.

Mesure actuelle de la hauteur.

636. Je mesurai au cordeau, & de la manière que j'ai indiquée ci-devant (517), l'élévation du lieu où le Baromètre étoit placé à *St. Pierre*, au-dessus du rez-de-chaussée de la tour, & je la trouvai de . . . . 124 p^{ds}, 11 p^{ces}.

Je nivelai ensuite le terrein compris entre ce rez-de-chaussée, & le lieu où mon Baromètre étoit placé aux *Rues-basses*, & je trouvai la hauteur verticale entre ces deux points 84 7

Hteur. verticale comprise entre les deux Barom. 209 p^{ds}, 6 p^{ces}.

Observations.

637. J'observois la chaleur de l'*air* au haut de la tour, dans le tems des expériences, en suspendant un de mes Thermomètres à boule isolée à l'extrêmité d'une longue perche; pour qu'il fut exposé aux vents, & pour l'éloigner en même-tems des murs, échauffés quelquefois par le soleil.

Depuis le mois de Juillet 1759, jusqu'au mois d'Août 1760, j'ai fait 87 *observations* correspondantes au haut de cette tour & aux *Rues-basses*, par toute sorte d'états de l'*air*. Il est inutile de rapporter ces observations en détail; le précis suffit.

Résultats.

638. Le terme moyen de toutes les *hauteurs* du Baromètre observées aux *Rues-basses*, réduites à la température du *zéro* de mon Thermomètre, s'est trouvé 323 *lig.* $\frac{9}{16}$. Le terme moyen des *hauteurs* du Baromètre à *St. Pierre* réduites à la même température, 321 *lig.* $\frac{2}{16}$. Et le terme moyen de chaleur de l'*air* — 17 de mon *échelle* pour le Thermomètre destiné à l'observer.

Le calcul des deux *hauteurs* du mercure, par les *logarithmes*, donne d'abord 218 *pieds* 1 *pouce* de *hauteur*; qui se réduisent à 210 *pieds* 8 *pouces*, en faisant la correction requise pour les 17 *degrés* dont la chaleur moyenne de l'*air* s'est trouvée au-dessous de *zéro*. Cette *hauteur* concluë des *observations* du Baromètre, ne différe donc que d'1 *pied* 2 *pouc.* de la mesure actuelle.



Observations faites à SUPERGUE ; Eglise située au sommet de la Montagne de *TURIN.*

Mesure de la hauteur du Dome de *Supergue.*

639. Le 18me. Juin 1757, je mesurai la *hauteur* de cette Eglise depuis le pavé intérieur, jusqu'à l'*appui* des petites fenêtres qui introduisent la lumière dans le haut du Dome ;

je la trouvai de	159 *Pieds.*
dont il faut déduire, l'élévation de l'*appui* des fenêtres, au-dessus d'un corridor qui règne autour d'elles, sur lequel je plaçai mon Baromètre	2. 10
Reste	156 p^{ds}. 2 p^{ces}.

Observations.

J'observai le Baromètre à 4 heure ½ du soir sur le corrridor, à	311 *lignes.*
Le Thermomètre du Baromètre étant . . .	+ 9
Hauteur du Baromètre réduite à la température commune	310 $\frac{7}{16}$ *lignes.*
Je l'observai un instant après sur le pavé de l'Eglise, à	312 $\frac{13}{16}$ *lignes.*
Le Thermomètre du Baromètre étoit . .	+ 8
Hauteur corrigée	312 $\frac{5}{16}$ *lignes.*

Mon Thermomètre à boule isolée, suspendu dans l'intérieur du Dome étoit — ½.

Résultats.

Le calcul de la différence de hauteur du mercure ; par les *logarithmes*, donne 156 *pieds* 11 *pouces* ; qui se réduisent à 156. 9, en déduisant ce qu'exige le ½ *degré* au dessous du *zéro* de mon Thermomètre qui exprimoit la *chaleur* de l'air. La mesure par le Baromètre ne diffère donc que de 7 *pouces*, de celle que j'avois prise au cordeau.

Je n'ai pû reconnoître l'accord de cette observation, avec celles que j'ai rapportées précédemment, que plus de trois ans après l'avoir faite ; c'est-à-dire, lorsque j'ai eu trouvé par la combinaison générale de mes expériences, les corrections nécessaires pour les concilier ; il en est de même des suivantes.

640. Un Baromètre, dont j'aurai occasion de parler bientôt, placé au rez-de-chaussée de l'Académie de *Turin*, étoit à 3 heures du soir le même jour, à . . . . . 329 $\frac{3}{16}$ *lig.*

Estimation de la hauteur de la montagne de *Turin*.

Thermomètre . . . . + 8

328 $\frac{11}{16}$ *lig.*

J'observai à peu-près dans le même-tems mon Baromètre, auprès du portail de fer qui est à la droite de l'Eglise de *Supergue*; il étoit placé à un *pied* d'élévation sur le terrein; & je le trouvai, à . . . . 313 *lig.* $\frac{9}{16}$

Thermomètre . . . . + 14

312 *lig.* $\frac{11}{16}$

Le Ciel étoit par-tout légèrement couvert; excepté qu'à l'horison, du côté du midi, on voyoit une tempête affreuse; il venoit un petit vent de ce côté-là. Mon Thermomètre suspendu en plein air, étoit à + 4; mais je crois que la *chaleur* moyenne de l'air entre Turin & *Supergue*, pouvoit être + 10. Dans cette supposition on trouvera par ma règle; que le lieu où j'ai fait mon observation est de 1330 *pieds* plus élevé que le rez-de-chaussée de l'Académie.

Observations faites au Clocher de l'Eglise de S. JEAN Cathédrale de TURIN.

641. Le Clocher de cette Eglise est une tour séparée du reste de l'édifice: elle s'éléve à une assez grande hauteur sans *retraites* ni ornemens, qui souvent empêchent de mesurer avec facilité. Je la choisis par cette raison pour y faire l'expérience du Baromètre. Je mesurai donc la hauteur de cette tour, depuis des solives en croix placées intérieurement dans le haut, pour soutenir le couvert; & je trouvai 164 *pieds* 9 *pouc.* dont il faut déduire 2 *pieds*, parce que je plaçai mon Baromètre à cette élévation au-dessus du pavé. Reste donc 162 *pieds* 9 *pouces*.

Mesure de la hauteur du Clocher de St. *Jean* à *Turin*.

Observations faites au pied de la Tour.

Observations. Le 10 Juin 1757, à 6 h. du matin; Bar. $329\frac{2}{16}$ } .. $328\frac{11}{16}$
Thermomètre du Baromètre. . . . + 6 }

Le 14 . . . . . 4 $\frac{1}{2}$ soir . . . . $328\frac{9}{16}$ } .. $327\frac{14}{16}$
Thermomètre . . . . + 11 }

Somme des deux observations . . . . $656\frac{9}{16}$

Terme moyen . . . . $328\frac{9}{32}$ *lig.*

Au haut de la Tour.

Thermomètre en plein air au haut de la *Tour.*

Le 10 Juin . . . . $326\frac{15}{16}$ } $326\frac{10}{16}$ . . . . — $1\frac{1}{2}$
Thermomètre . . . + 5 }

Le 14me. . . . . $326\frac{10}{16}$ } $325\frac{15}{16}$ . . . . + $14\frac{1}{2}$
Thermomètre . . . + 11 }

Somme de 2 observ. du Bar. . . $652\frac{9}{16}$. . . . du Th. + 13
Terme moyen . . . . . . $326\frac{9}{32}$ . . . . + $6\frac{1}{2}$

Résultat. La combinaison de ces deux observations, dont la différence est rélative au changement de température, donne suivant ma règle 161 *pieds* 3 *pouces*. Ce résultat est bien peu différent de 162 *pieds* 9 *pouces*, que j'ai trouvés par la mesure actuelle; & même une partie de cette différence provient sûrement de ce que la *chaleur* moyenne de la colonne d'air, étoit plus grande que celle du haut de la colonne à laquelle seule j'ai eu égard.



OBSERVATIONS

Observations faites au Fanal *de Gênes.*

642. Depuis le commençement de mes expériences sur le sujet que je traite, je desirois extrêmement d'avoir des observations exactes, faites au bord de la Mer. Plan d'observation au bord de la mer.

Je proposai mon plan à plusieurs Physiciens; mais les soins qu'il falloit y apporter, le peu d'espérance qu'avoient quelques-uns de ceux à qui je m'adressai, de me voir réussir dans mes travaux, & les occupations des autres, me privèrent de ce secours. Je vis donc avec bien du plaisir, la nécessité où je me trouvai, pour d'autres raisons, en 1767 de me rendre de *Turin* à *Genes*. Tout concourut à favoriser mes vuës: le *Fanal* de ce Port, est aussi propre à des expériences de cette nature, que je pouvois le désirer; je trouvai un ami complaisant, qui se chargea de quelques observations qui demandoient du tems; & mon frère devant passer aussi à *Gènes* peu de tems après, j'étois assuré qu'il vérifieroit exactement celles que je me proposois de faire moi-même.

Je commençai ces observations en mesurant au cordeau, avec les précautions indiquées ci-devant, la hauteur comprise entre le pied de la maçonnerie qui soutient la cage de verre où sont renfermées les lampes du *Fanal*, & l'entrée de la batterie supérieure, qui est au dessous, dont le point fut déterminé par l'emplacement du Baromètre. Je trouvai cette *hauteur* de 222 *pieds* 11 *pouces*. Voici le détail des observations. Mesure du *Fanal* de *Gênes*.

Hauteurs du mercure

Hauteurs du mercure au pied du Fanal; *environ 20 toises au dessus du niveau de la Mer.*

Observations.			*Hauteurs corrigées du mercure.*
Le 22 Juin 1757, à 6 hres. du matin.	338 *lig.* $\frac{21}{32}$		
Therm. en *demi-deg.* à cause des 32mes.	+ 23		337 $\frac{30}{32}$
Le même jour à 4 h $\frac{1}{2}$ du soir, ...	338 $\frac{25}{32}$		
demi-degrés du Thermomètre	+ 30		337 $\frac{27}{32}$
Le 23 dudit. à 9 h $\frac{1}{2}$ du mat.	339 $\frac{3}{32}$		
	+ 26		338 $\frac{9}{32}$
Le même jour à 5 h $\frac{3}{4}$ du soir	338 $\frac{8}{32}$		
	+ 26		337 $\frac{14}{32}$

Observation faite par mon frère.

Le 26 Juillet . . 1 h. soir	338 $\frac{1}{32}$	
	+ 28	337 $\frac{5}{32}$

Somme des 5 observations . . . . 1688 $\frac{21}{32}$

Terme moyen . . . . 337 $\frac{47}{64}$

Hauteurs du mercure

Observations faites au haut du Fanal.

		Hauteurs du Mercure.	Thermomètre en plein *air* au haut du *Fanal.*
Le 22e. Juin 1757 matin ..	$335 \frac{27}{32}$		
demi-deg. du Thermom...	+ 23	$335 \frac{4}{32}$	$+ 6 \frac{1}{2}$
Le même jour ... soir	$336 \frac{2}{32}$		
..	+ 32	$335 \frac{2}{32}$	+ 18
Le 22e. ...... matin	$336 \frac{6}{32}$		
..	+ 22	$335 \frac{15}{32}$	$+ 15 \frac{1}{2}$
Le même jour ... soir	$335 \frac{6}{32}$		
..	+ 26	$334 \frac{22}{32}$	+ 13

Observation faite par mon frère.

Le 26e. Juillet	$335 \frac{8}{32}$		
	+ 28	$334 \frac{12}{32}$	+ 12
Somme des 5 observ. du Bar.		$1674 \frac{24}{32}$ du Ther.	+ 65
Terme moyen		$334 \frac{61}{64}$	+ 13

Ces cinq observations ainsi combinées, & calculéees suivant ma règle, donnent 221 *pieds* 1 *pouces*: ce qui ne différe que d'1 *pied* 10 *pouces* de la hauteur réelle: & même une partie de cette différence provient ici, comme dans les observations faites au Clocher de *Turin*, de ce que j'observai la température de l'air dans le haut, où il étoit sûrement moins échauffé que le long du *Fanal.* Résultats.

Vérification de la règle pour la mesure des *hauteurs*, par des observations faites dans les mêmes lieux.

Les vérifications que je viens de rapporter sont immédiates ; elles résultent de la comparaison de *hauteurs* connues, avec des abaissemens du mercure dans le Baromètre. Mais ce ne sont pas les seules vérifications qu'on puisse faire dans ce genre d'observations. Par exemple : le défaut des diverses règles qu'on avoit établies précédemment, pour mesurer les *hauteurs* par le Baromètre ; se manifestoit autant, par le peu d'accord qui se trouvoit entre les résultats des observations faites dans un même lieu ; que par l'application de ces règles à la mesure de *hanteurs* connues. C'est donc une vérification très-réelle, que de comparer les résultats d'observations faites dans un même lieu, en différens tems. Celles que je vais rapporter, sont de cette espèce.

Observations faites à la Dole, *montagne du* Païs-de-Vaud ; *dans la chaine du* Jura ; *distante de* Genève, *d'environ quatre lieues.*

643. Je vais donner en détail les observations faites pour mesurer la hauteur de cette montagne sur le niveau du *Lac* (ou du *Rhône* qui en sort à *Genève*) ; afin qu'on puisse voir d'un coup d'œil, combien celles du Baromètre seul, seroient trompeuses, si l'on n'y faisoit pas les corrections auxquelles je suis parvenu. Elles le seroient bien d'avantage, si les différences de hauteur *absoluë* du Baromètre, & celles de la chaleur de l'*air*, avoient été plus grandes.

Iere. *observ.* sur la *Dole.*

Le 29e. Juillet 1764, nous montâmes mon frère & moi sur cette montagne, par un tems assez beau ; le vent étoit au *sud*, & il charioit des nuages : il avoit plû la veille. Voici nos observations de ce jour là.

OBSERVATIONS

Observations faites à Genève, *dans un lieu élevé de* 78 *pieds au-dessus du niveau du* Rhône *en Eté.*

à 1 h. après midi Bar. 326 *lig.* }
Therm. .... + 13 } 325 $\frac{3}{16}$ Th. en plein air + 8 $\frac{3}{4}$

à 1 h. $\frac{1}{2}$ .... 325 $\frac{14}{16}$ }
Therm. .... + 13 } 325 $\frac{1}{16}$ Therm. ...... + 9 $\frac{1}{4}$

Terme moyen .... 325 $\frac{2}{16}$ *lig.* ...... + 9

Observations faites au sommet de la Dole.

à 1 h. .... Bar. 280 $\frac{13}{16}$ }
Therm. ... + 7 } 280 $\frac{3}{16}$ Th. en plein air — 5

à 1 h. .... 280 $\frac{13}{16}$ }
Therm. ... + 6 } 280 $\frac{7}{16}$ ... Therm. ... — 4 $\frac{1}{2}$

Terme moyen du Bar. corrigé 280 $\frac{15}{32}$ *lig.* de ch. de l'*air.* — 4 $\frac{3}{4}$

Calcul de ces observations.

A *Genève*, Bar. 325 $\frac{2}{16}$ en 16mes. de *lig.* 5202 *log.* 37161,703
A la *Dole* .... 280 $\frac{15}{32}$ .... 4487 $\frac{1}{2}$ ... 36520,044

Différence des *log.* .... *Toises* 641,659
Chal. de l'air à *Genève* + 9.
à la *Dole* — 4 $\frac{3}{4}$

Somme (609) .... + 4 $\frac{1}{4}$ $\times \frac{641,659}{1000}$ = + 2,727

Haut. de la *Dole* rélativ. au lieu de l'obs. à *Genève*... *Tois.* 644,386
Pieds 3826
Hauteur du lieu de l'observ. sur le niv. du *Rhône* 78

H. de la *Dole* sur le niv. du *Rhône* au sortir du *Lac.* *Pieds* 3944

 Nous

IIde. *obferv. fur la Dole.*

Nous retournâmes à la *Dole* le 21 Juillet 1765. Le Ciel étoit parsemé de nuages; il fouffroit un petit vent. *Nord-Eft.*

Obfervations à Genève, *au même lieu.*

A 10 h $\frac{1}{2}$ du mat. Bar. 323 $\frac{2}{16}$ *lig.* } 322 $\frac{11}{16}$ Th. en pl. *air* — 1 $\frac{1}{2}$
Therm. . . . . + 7

Obfervations à la Dole.

Bar. 277 $\frac{7}{16}$ *lig.* } 277 $\frac{4}{16}$ . . . . — 19
Ther. + 3

Calcul de cette obfervation.

Bar. à *Genève* 322 $\frac{11}{16}$; en 16$^{mes.}$ de *lig.* 5163 *log.* 37129, 021
à la *Dole* 277 $\frac{4}{16}$ . . . . 4436 . . . 36469, 915

Différence des *log.* . . . . . . *Toifes* 659, 106

Th. en pl. air, à *Genève* — 1 $\frac{1}{2}$
à la *Dole* — 19

Somme . . . . . — 20 $\frac{1}{2}$ × $\frac{659,106}{1000}$ = — 13, 511

Haut. de la *Dole*, rélat. au lieu de l'obf. à *Genève. Toifes* 645, 595
Pieds 3874

Hauteur du lieu de l'obf. fur le niveau du *Rhône* 78

Haut. de la *Dole* fur le niveau du *Rhône* *Pieds* 3952

Comparaifon des deux *obfervations.*

Il n'y a donc que 8 *pieds* de différence entre ces deux *mefures*, faites à un an de diftance l'une & l'autre. Je n'oferois pas me flatter qu'elles fe rapprochaffent toûjours à ce point; j'en dirai les raifons dans la fuite.

M. *Deffauffure*, Profeffeur en Philofophie à *Genève*, & qui cultive par goût, les fçiences rélatives à fa profeffion; ayant fouhaité d'avoir un Baromètre femblable au mien; je le

le lui fis faire pour un habile ouvrier, que je dirigeai. Il a porté depuis lors ce Baromètre dans les courses qu'il a faites aux montagnes, pour la botanique & pour d'autres branches de l'Histoire-naturelle.

Observation faite sur la Dole par M. Dessaussure.

Le 8e. Juillet 1764, il le porta à la *Dole*, & j'observai à *Genève* dans le même tems. Voici nos observations & leur résultat.

A *Genève*... Bar.	$323 \frac{1}{16}$ *lig.*	$322 \frac{8}{16}$ Th. en plein *air*	+ 4
Therm.... +	9		
A la *Dole*.. Bar.	$277 \frac{10}{16}$	$277 \frac{8}{16}$	— 14
Therm.... +	2		

Calcul de cette observation.

Bar. à *Genève* $322 \frac{8}{16}$; en 16mes. de *lig.*	5160	*log.*	37126,497
à la *Dole* $277 \frac{8}{16}$	4440		36473,830
		différ..	..652,667

Therm. en plein *air*, à *Genève* + 4

à la *Dole* —14

Somme $-10 \times \frac{652,667}{1000} = -6,527$

Toises 646,140

Pieds 3876

Haut. du lieu de l'obs. à *Genève*, sur le niv. du *Rhône* 78

Hauteur de la *Dole* sur le niv. du *Rhône*.. *Pieds* 3954

Comparaison de cette Observation avec les précédentes.

Cette *hauteur* ne diffère que de 2 *pieds* de la précédente. Mais il faut ajouter à ces 2 pieds une différence qu'il y eut dans le lieu de l'observation à la *Dole*. La partie la plus élevée de cette montagne, est un rocher nud : M. Dessaussure n'ayant pû se placer commodément au plus haut de ce Rocher, fit son observation un peu au-dessous ; ce qui auroit dû produire dans la *hauteur* une différence contraire : mais elle est petite.

Mesure géométrique de la *Dole*, par M. *Fatio de Duillier*.

644. J'ai encore en faveur de ma *mesure* de la *Dole* ; une autre espèce de témoignage. C'est celui de M. *Fatio de Duillier*, qui l'a mesurée geométriquement. On trouve le résultat de sa mesure, dans des *remarques* qu'il a faites sur *l'histoire naturelle des environs du Lac de Genève*, imprimées à la fin du 2[ond]. Volume de l'*histoire de Genève* par M. *Spon* (4°. p. 457). La hauteur de la *Dole* sur le niveau du Lac, trouvée par M. *Fatio*, est de 654 *toises* ; ou 3924 *pieds* ; moindre de 25 *pieds*, que le milieu entre mes observations.

Remarque sur cette mesure.

M. *Fatio* ne dit pas s'il a corrigé dans sa *mesure*, l'effet de la réfraction ; qui à la vérité ne pouvoit pas être bien grand, parce que sa base étoit peu distante de la montagne. S'il ne l'a pas corrigé ; la différence entre sa *mesure* & la mienne seroit un peu plus grande. Sur quoi je remarquerai : qu'on ne peut découvrir les vrais sommets des montagnes à une petite distance, lorsqu'ils sont arrondis. On prend alors pour le vrai sommet, des parties plus avancées, qui le cachent. C'est ce qui a dû arriver à M. *Fatio* ; il a pris vraisemblablement pour le vrai sommet de la *Dole*, quelque partie saillante du rocher, qui étoit plus basse. Mais quoiqu'il en soit, l'écart est fort petit en lui-même ; & voilà une nouvelle vérification de ma *mesure* par le Baromètre.

645. Je donnerai à la fin de cet ouvrage, la rélation de plusieurs voyages que j'ai faits avec mon frère, sur les montagnes du *Faussigny*, principalement pour y observer la *chaleur* de l'eau bouillante. Comme ces observations étoient toûjours accompagnées de celles du Baromètre ; elles m'ont fourni plusieurs espèces de vérifications de ma règle pour la *mesure* des *hauteurs*. Je ne rapporterai pas ces observations avec autant de détail que les précédentes ; les résultats suffiront.

Diverses observations répétées dans la montagne de *Sixt*.

Le 25°. Août 1765, nous partîmes de Genève, pour aller à la montagne de *Sixt*, passant par *Tuninge* & *Sixt* ; & le lendemain par les *granges des communes* dans la montagne, pour parvenir sur un rocher qu'on nomme le *Grenier*. Nous fimes dans ces lieux-là l'expèrience du Baromètre ; & nous en conclûmes leur *hauteur* au-dessus du *Lac*. Cinq ans après, nous avons répété ces expériences aux mêmes lieux. Voici les

les résultats des unes & des autres.

	En Août 1765.		En Août 1770	
	Hauteurs trouvées.	Chaleur moyenne de l'air en degrés de mon échelle.	Hauteurs trouvées.	Chaleur moyenne de l'air en degré de mon échelle.
Taninge	840 *Pieds*	+ 12 . .	842 *Pieds*	— 0 ¼
Sixt	1122	— 12 . .	1123	— 28
Granges des communes.	3876	+ 1 ¼ . .	3869	— 6
Grenier	6738	0 . .	6718	— 8 ¼

646. Dans notre dernier voyage ſur cette montagne, nous montâmes plus haut que la prémière fois. Nous nous étions arrêtés en 1765 au pied d'un rocher que nous ne crûmes pas acceſſible. En 1770 nous tentâmes d'y monter, & nous parvînmes à ſon ſommet, où nous fimes l'expérience du Baromètre. Ce rocher ſe nomme le *Grenairon*; c'eſt la plus haute ſommité de cette partie de la montagne: mais elle a par derrière à l'*Eſt*, un rameau beaucoup plus élevé, & dont, par cette raiſon, le ſommet eſt toûjours couvert de glace; on le nomme le *Glacier de Buet*. Nous y montâmes le mois ſuivant, & nous fîmes ſur ce ſommet l'expérience du Baromètre: ſa hauteur ſur le niveau du *Lac*, ſe trouva de 8229 *pieds*. Nous la fîmes auſſi auprès d'un petit rocher qui ſe montre hors de la glace; & dont la hauteur ſur le même niveau, ſe trouva de 8026 *pieds*. Autres obſervations dans la montagne de *Sixt*.

Ces quatre points, le *Glacier de Buet*, le *petit Rocher*, le *Grenairon* & le *Grenier*, ſe voyent très diſtinctement depuis le bord du *Lac* près de *Genève*, à une diſtance d'environ 13 lieues: ce qui nous fit naître l'idée d'en prendre les angles d'élévation depuis ce bord; pour comparer enſuite les *tangentes* de ces angles, avec les *hauteurs* fournies par le Baromètre; en ayant égard aux différences de diſtance, que nous connoiſſions aſſez bien. Si les *hauteurs* conſervoient partout le même rapport avec les *tangentes*; ce devoit être une preuve, ſinon de l'exactitude de la meſure par le Baromètre, du moins de ſa régularité: & comme je l'ai dit ci-devant, la régularité eſt en même-tems une preuve d'exactitude. Projet de vérification géométrique.

Nous



Angles d'élévation de divers points de la montagne de *Sixt*, depuis le bord du *Lac de Genève*.

Nous exécutâmes ce projet avec un très bon demi-cercle d'un pied de diamètre, armé de lunettes, & d'un *Nonius* au moyen duquel on peut très bien prendre les *minutes* de *degré*, & même les *demi-minutes*. Voici les *angles* de ces quatre points, pris depuis le bord du *Lac*, aux *Pâquis*.

Glacier de Buet	2°. 29'
Le *petit Rocher*	2. 25.
Le *Grenairon*	2. $13\frac{1}{2}$
Le *Grenier*	2. 4.

Iere. Comparaison des *tangentes* de ces angles, avec les *hauteurs* trouvées par le Baromètre.

En faisant la *tangente* de l'*angle* de 2°. 29', qui dans les *Tables* est 4336, 95, égale à 8229 *pieds*; on a la hauteur du *petit Rocher*, par cette analogie :

4336, 95 (*tang.* 2°. 29') : 8229 :: 4220, 38 (*tang.* 2°. 25') : 8008.

On trouve donc la hauteur du *petit Rocher* de 8008 *pieds*, au lieu de 8026 qu'elle est donnée par le Baromètre. Ces deux points sont sensiblement à une égale distance des *Pâquis*.

IIde. Compar.

Nous avions jugé, étant sur les lieux, que le *Glacier de Buet* est d'un peu plus d'un quart de lieuë plus éloigné de *Genève* que le *Grenairon*. En supposant les distances égales, la haut. du *Grenairon* tirée du rapport des *tangentes*, est 7371 *pieds*:

4337 (*tang.* 2°. 29') : 8229 :: 3885 (*tang.* 2°. $13'\frac{1}{2}$) : 7371.

Sa hauteur prise par le Baromètre, n'est que de 7223 *pieds* : ce qui suppose sa distance moindre de 3810 *pieds*, que celle du *Glacier du Buet*; & 3810 *pieds* sont un peu plus d'un quart de lieuë. Par le peu d'effet que produit, sur la *hauteur*, cette différence de distance; on voit bien qu'il ne peut y avoir un écart sensible entre les résultats de ces deux espèces de *mesures*: ce qui confirme celle du Baromètre.

IIIe. Comp.

Le *Grenier* & le *Grenairon*, étant sensiblement à même distance du lieu d'où nous avons pris les *angles*; la comparaison des deux *mesures* est plus directe par ces deux points. Or en partant de la hauteur du *Grenairon* donnée par le Baromètre, on trouvera par le rapport des *taugentes*, que la hauteur du *Grenier* doit être de 6710 *pieds*:

3885 (*tang.* 2°. 13. $'\frac{1}{2}$) : 7223 :: 3609 (*tang.* 2°. 4') 6710.

Cette hauteur ne différe que de 8 *pieds* de celle que nous trouvâmes

vâmes en Août 1770 par l'obſervation du Baromètre ; ou de 16 *pieds*, du terme moyen entre les deux obſervations.

Vérification de la même règle par deux différentes détermination de la *hauteur* du *Lac de Geneve*, ſur le *niveau* de la *Mer*.

647 J'ai fait encore quelques autres vérifications de *meſures* priſes avec le Baromètre ; mais ſur des lieux plus diſtans, dont les différences de hauteur ne peut-être eſtimées avec exactitude, que par le milieu entre un certain nombre d'obſervations. Je ne rapporterai ici de vérification de ce genre, que celle que j'ai faite en déterminant la hauteur du *Lac de Genève* ſur le niveau de la *Mer*, par des obſervations faites en des tems & des lieux différens : je renvoye les autres au Chapitre où je traiterai du *nivellement des routes* par le moyen du Baromètre.

Hauteur du Lac de Genève *ſur le niveau de la* Mer, *déterminée par le Baromètre.*

Obſervat. du Baromètre à *Turin* & à *Geneve*.

Dans mon voyage à *Genes*, dont j'ai déja parlé ; je demeurai vingt jours à *Turin*. Je profitai de ce ſéjour pour y faire des obſervations du Baromètre, correſpondantes à d'autres que mon père faiſoit à *Genève*, ſur un Baromètre d'accord avec le mien : & avant de partir pour *Gênes*, j'en établis un ſemblable chez M. *Lianna*, qui voulut bien ſe charger de l'obſerver pendant quelque tems, aux mêmes heures dont j'étois convenu avec mon père : c'étoit le matin, à midi & le ſoir de chaque jour.

Différence moyenne de hauteur du Baromètre.

J'ai eu par ce moyen des obſervations exactes à *Turin* & à *Genève*, tant du Baromètre que du Thermomètre, depuis le 31e. Mai, juſqu'au 31e. Juillet 1757. J'ai pris toutes celles qui ſe correſpondoient pour le tems : il s'en eſt trouvé 170, dont j'ai dreſſé une *Table*, en corrigeant chaque obſervation pour la différence du degré de *chaleur*. Les différences des hauteurs du mercure, ainſi corrigées, ne ſe ſont pas toûjours trouvées ſemblables : c'eſt pourquoi j'en ai pris le terme moyen, qui s'eſt trouvé 5 *lig.* $\frac{1}{2}$, dont le Baromètre à *Turin*, placé au rez-de-chauſſée de l'Académie, s'eſt tenu plus haut qu'à *Genève*, dans mon appartement, qui étoit élevé d'environ 50 *pieds* au-deſſus du niveau du *Rhône* au ſortir du *Lac*, en Eté. De ces 170 obſervations, il y en a 70 dont la diffé-

rence d'avec le terme moyen, n'excéde pas $\frac{1}{3}$ de *ligne* en *plus* ou en *moins*. La plus grande différence en *plus*, est d'1 *lig.* $\frac{3}{4}$; & en *moins* de 2 *lig.* $\frac{3}{8}$: mais il y a peu de ces écarts.

Chaleur moyenne de l'*air*.

Le *degré* moyen de chaleur de l'*air*, estimé par les Thermomètres qui accompagnoient les Baromètres, fut pendant le tems de ces observations à + 18 de la *division en* 80 *parties*, qui correspondent à + 3 de celle que j'ai destinée à marquer la chaleur de l'*air* dans les expériences du Baromètre.

Hauteurs moyennes des Baromètres.

J'ai indiqué la différence de hauteur des Baromètres; mais pour le calcul, il faut les hauteurs absoluës. La hauteur moyenne à *Turin*, fut de 329 *lignes*; & à *Genève* de 323 *lig.* $\frac{1}{2}$.

Hauteur de *Geneve* rélativement à *Turin*

De ces hauteurs correspondantes du Baromètre, & du *degré* moyen de chaleur de l'*air*, il résulte, suivant ma règle, que le lieu où le Baromètre étoit placé à *Turin*, est plus bas de 442 *pieds* que mon appartement à *Genève*; & de 392 *pieds* que le niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*, en Eté.

Hauteur de *Turin* sur *Gênes*

648. En quittant *Gènes*, le 24 Juin, je laissai mon Baromètre chez M. *Baux*, mon ami, qui y demeuroit alors, & qui se chargea de l'observer pendant quelque tems.

Ses observations durèrent jusqu'au 27 Juillet; & pendant ce même tems, M. *Lianna* observoit à *Turin*. J'ai dressé une *Table* de ces observations, semblable à celle dont j'ai parlé entre *Turin* & *Genève*; il y en eut 84, dont la différence moyenne s'est trouvée de 8 *lig.* $\frac{1}{2}$: 20 d'entr'elles sont à très-peu près semblables au terme moyen; & 24 ne s'en éloignent que d'$\frac{1}{4}$ de *ligne*: les plus grands écarts d'avec ce terme, sont d'1 *lig.* $\frac{3}{8}$ en *moins*, & d'1 *lig.* $\frac{1}{2}$ en *plus*; ils sont en très petit nombre, & leur milieu différe très peu du terme moyen entre toutes les observations.

En plaçant mon Baromètre dans la chambre de mon ami, je trouvai qu'il s'y tenoit de $\frac{1}{4}$ de *ligne* plus bas qu'au bord de la *Mer*, où je venois de l'observer. Ainsi la différence de hauteur du Baromètre entre *Turin* & le *niveau de la Mer*, est de 9 *ligne* $\frac{1}{4}$. La chaleur moyenne de l'air pendant les observations, fut + 20 de la *division en* 80 *parties*; qui correspondent à + 7 $\frac{1}{2}$ de celle qui est destinée aux corrections pour la température de l'*air*.

La

La hauteur moyenne du Baromètre à *Gênes* fut 28 *pouces* 2 *lignes*. = 338 *lignes*. Elle fut donc à *Turin* 328 *lig.* $\frac{3}{4}$; ce qui donne par ma règle 734 *pieds* = 122 *toises* 2 *pieds*, pour la différence de *hauteur* entre *Gènes* & *Turin*.

Hauteur de la base des Stations à Salève sur le niveau de la Mer.

J'ai dit précédemment (550); qu'il n'est point nécessaire pour déterminer par le Baromètre la différence de hauteur entre deux Stations, de savoir combien l'une d'elles est élevée au-dessus du *niveau de la Mer*. Cependant, puisqu'il est possible de l'indiquer, rélativement à celles où j'ai fait le plus d'observations, je crois devoir le faire.

La hauteur de *Turin* (2 *pieds* au-dessus du pavé de la ruë de l'Académie), sur le *niveau de la Mer*, trouvée ci-dessus, est . . . . 734 *pieds*

J'ai trouvé celle de mon appartement à *Genève*, rélativement à *Turin*, ... 442

Ainsi mon appartement étoit élevé au-dessus de la *Mer* de . . . . 1176 *pieds*

J'ai pris avec un *niveau*, dans la *Tour* de l'Eglise de *St. Pierre*, un point horizontalement correspondant à la *base* commune de toutes mes Stations dans la montagne de *Salève*: & par la mesure de cette *Tour* & le nivellement du terrein depuis son pied, j'ai trouvé que cette *base* est plus élevée que mon appartement d'environ, ... 94

Ainsi le lieu sur le *niveau* duquel les hauteurs de toutes mes Stations dans *Salève* sont rapportées, est élevé au dessus du *niveau de la Mer*, de. . . . 1270 *pieds*

Hauteur du Lac de Genève. sur le même niveau.

J'ai dit ci-devant que le lieu où étoit placé mon Baromètre à *Genève*, étoit d'environ 50 *pieds* plus élevé que le niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*. Déduisant donc ces 50 *pieds*, des 1176 *pieds* qui sont la hauteur de ce lieu sur le *niveau de la Mer*; reste 1126 *pieds*, dont ce *niveau* est plus bas que celui du *Rhône*, d'après les observations que je viens de rapporter.

Nle. Déter-[illegible]

649. Treize ans après cette première détermination de

V 2 la

Hauteur du Lac de Genève sur le niveau de la Mer.

la hauteur du *Lac de Genève* sur le *niveau de la Mer*; ayant à séjourner quelque tems à *Beaucaire*, je pensai à y vérifier cette mesure. *Beaucaire* est situé au bord du *Rhône*, à peu de distance de la *Mer*; & delà, jusqu'à son embouchure, le *Rhône* a si peu de pente, que les barques le remontent à la voile.

Observation du Baromètre à *Beaucaire* & à *Genève*.

J'y portai donc mon Baromètre, & je l'y observai depuis le 11 jusqu'au 30 Juillet, le matin, à midi & le soir de tous les jours où cela me fut possible. Par plusieurs observations que je fis pour connoître la hauteur du lieu où mon Baromètre étoit placé, au dessus du niveau du *Rhône*, qui étoit alors fort haut; je la trouvai de 42 *pieds*. Mon père observoit pendant le même tems à *Genève*, dans son appartement que j'ai trouvé de 78 *pieds* plus haut que le niveau du *Lac* dans cette même saison.

Hauteurs moyenne des Bar.

La hauteur moyenne du Baromètre à *Beaucaire*, concluë de mes observations, fut de 28 *pouces* 3 *lig.* $\frac{1}{16}$: & à *Genève*, par les observations faites aux mêmes tems, de 27 *pouc.* 0 *lig.* $\frac{9}{16}$. La chaleur moyenne de l'*air*, concluë du terme moyen des chaleurs moyennes à *Beaucaire* à *Genève*, observées en même tems que les hauteurs du mercure, fut à — 3 $\frac{1}{2}$ de mon *échelle*.

Chaleur moyenne de l'*air*.

Différence moyenne des hauteurs du Baromètre.

La différence moyenne entre les hauteurs du Baromètre, est donc 14 *lig.* $\frac{1}{2}$; elle est tirée de 50 observations correspondantes, dont 12 donnent presqu'exactement cette même différence, & 15 ne s'en écartent pas de $\frac{1}{2}$ *ligne* en *plus* ou en *moins*: une seule s'en écarte d'1 *ligne* en *moins*, & une seule aussi d'1 *ligne* $\frac{3}{8}$ en *plus*.

Hauteur du *Lac de Genève*. rélativement à *Beaucaire*.

Le calcul des *termes moyens* de ces observ. donne	1131 *pieds*
A quoi ajoutant la haut. du Bar. à *Beaucaire* sur le niveau du *Rhône*	42
	1173
Et déduisant celle du Bar. à *Genève* sur le niv. du *Lac*	78
Reste pour la hauteur du *Lac* sur le niveau du *Rhône* à *Beaucaire*	1195 *pieds*.

Pente du *Rhône de Beau-*

Cette hauteur est moindre de 31 *pieds*, que celle que j'ai trouvée

trouvée rélativement au *niveau de la Mer*, par les observations de 1757. Le *Rhône* auroit donc encore 31 *pieds* de pente de *Beaucaire* à la *Mer*. *caire à la Mer.*

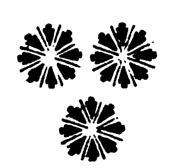
Remarques sur cette pente, déterminée par les observat. du Baromètre.

J'ai lieu de croire que cette conséquence ne s'écarte pas de la vérité. Par des observations que j'ai faites au bord du *Rhône* à *Avignon*, en allant à *Beaucaire*, & au retour, j'ai trouvé que la pente du *Rhône* d'*Avignon* à *Beaucaire*, est d'environ 34 *pieds*. Je rendrai compte de ces observations & de plusieurs autres que j'ai faites le long du *Rhône*, dans le Chapitre ou je traiterai du *nivellement des routes* par le Baromètre. La distance de *Beaucaire* à la *Mer*, est à la vérité plus grande, que celle d'*Avignon* à *Beaucaire*. Mais aussi le *Rhône* est bien plus rapide dans ce dernier trajet. On ne peut même lui compter de pente sensible entre *Beaucaire* & la *Mer*, que jusqu'à *Arles*. Car delà à son embouchure, il passe entre la *Camargue* & la *Crau*, qui sont des atterrissemens produits par son limon, & qu'il traverse horizontalement, par la pression des eaux supérieures, & par le mouvement qu'il conserve encore.

Elle confirme la première mesure de la *hauteur* de *Genéve* sur le *niveau de la Mer*.

Je crois donc pouvoir regarder ces observations faites à *Beaucaire*, comme une confirmation de celles qui avoient été faites à *Gènes*, treize ans auparavant; & par conséquent, comme une nouvelle preuve de l'exactitude de ma règle pour mesurer les hauteurs par le Baromètre, même à de grandes distances.

Je vais indiquer dans le Chapitre suivant, quelques autres conséquences qui découlent des observations que j'ai faites au *niveau de la Mer*.



V 3 CHAPITRE

CHAPITRE SEPTIEME.

Conséquences générales, tirées des observations faites au niveau de la Mer.

Erreur sur la densité de l'*air* au bord de la *Mer*.

650. IL découle de mes observations au bord de la *Mer*, & principalement de celles que j'ai faites au *Fanal* de *Gènes*, diverses conséquences, qu'on a sans doute pressenties; mais qu'il est bon d'exprimer. Elles prouvent d'abord, que la densité de l'*air* n'est point aussi grande au bord de la *Mer* dans nos climats, qu'on la crû jusqu'à présent, d'après des expériences qui manquoient de plusieurs conditions nécessaires. Messieurs *Cassini*, *Mariotte*, *Scheuchzer* & bien d'autres ont décidé, qu'il suffisoit de s'élever de 60 à 64 *pieds* au-dessus du *niveau de la Mer*, pour que le mercure baissât d'une *ligne* dans le Baromètre. Cependant on voit par mes expériences, dont je puis assurer l'exactitude, qu'il a fallu 80 *pieds* pour produire ce même abaissement.

On ne peut la déterminer d'une manière absoluë.

651. Mais ce qu'il y a de plus essentiel à remarquer ici; c'est qu'on ne peut dire d'une manière absoluë, quelle est la hauteur de la colonne d'*air* qui tient en équilibre une *ligne* de mercure, ni au *niveau de la Mer*, ni ailleurs; cette hauteur dépend, & du degré de chaleur de l'*air*, & du poids variable de la colonne supérieure.

Différence de cette densité à différentes latitudes.

652. Par exemple; au bord de la Mer du *Nord*, & seulement au degré de *froid* qu'éprouvèrent dans ce climat là MM. les membres de l'Académie de Paris, qui allèrent y mesurer un Arc du Méridien; c'est-à-dire à — 37 de la *division en* 80 *Parties*, ou — 125 de la mienne; supposant le Baromètre à 29 *pouces*; il ne faut qu'environ 56 *pieds* d'air, pour soutenir une *ligne* de mercure. Tandis qu'au même niveau, lorsqu'on vit au *Sénégal* le Thermomètre de M. *de Reamur* à + 39 qui font environ + 36 de la division en 80 parties du Thermomètre du mercure (448 *b*) ou + 44 $\frac{2}{3}$ de la mienne; le Baromètre étant supposé à 28 *pouces*; il falloit

falloit environ 85 *pieds* d'*air* ainſi dilaté, pour faire équilibre à une *ligne* de mercure.

Cette différence eſt la principale cauſe de celles qui ſe trouvent entre les règles données par divers Phyſiciens.

653. C'eſt ici la principale cauſe des différences conſidérables qu'on a remarquées entre les diverſes Règles que j'ai raſſemblées dans ma Iʳᵉ. PARTIE. Par exemple MM. *Mariotte* & *Scheuchzer*, avec une bonne théorie ſur les condenſations de l'*air* par la preſſion ſupérieure ; mais partant d'un prémier terme trop petit ; n'ont point ſatisfait à l'expérience : & MM. *Maraldi*, *Caſſini*, & *Bernoulli*, ne ſuſpectant point la juſteſſe du prémier terme au *niveau de la Mer*, & trouvant par des expériences faites à de grandes hauteurs, que la progreſſion harmonique ne croiſſoit point aſſez pour s'accorder avec elles ; ont imaginé que l'*air* ſe condenſoit dans un rapport différent de celui des poids dont il étoit chargé.

Les denſités ſuivent au bord de la *Mer* la même loi que dans les parties plus élevées de l'Atmoſphère.

654. Je tire un ſecond avantage de mes obſervations au bord de la *Mer*. C'eſt qu'étant faites ſur la baſe commune des *hauteurs* terreſtres ; elles m'ont appris, que quoique ma *formule* pour meſurer ces *hauteurs* par le Baromètre, découle d'expériences faites ſur une baſe plus élevée ; elle eſt cependant applicable aux lieux les plus bas. De ſorte qu'en joignant à ces expériences, celles que j'ai faites ſur les montagnes du *Fauſſigny* ; il en réſulte, que par cette méthode, j'ai meſuré les *hauteurs*, depuis la baſe de l'Atmoſphère, juſqu'à 1560 *toiſes* d'élévation, avec une très grande exactitude, quoique dans des climats aſſez différens. Je puis donc raiſonnablement penſer, que cette méthode eſt générale, & qu'on peut l'appliquer à toutes les *hauteurs* acceſſibles.

Utilité de répéter les expériences du Baromètre en divers climats.

655. J'aurai occaſion dans la ſuite, de fortifier cette concluſion ; en appliquant ma règle à des obſervations faites par d'autres Phyſiciens, en des climats fort éloignés, & bien différens de celui que nous habitons. Cependant je verrois avec un grand plaiſir, qu'on entreprît les mêmes expériences dans tous les climats. Ce ſeroit un moyen ſûr, d'approcher davantage de la perfection : parce qu'on pourroit comparer les effets de différences bien plus grandes dans les diverſes cauſes qui influent ſur la denſité de l'*air*, & ſur ſes rapports à diverſes *hauteurs*.

Mais

Mais avec des précautions toûjours plus grandes.

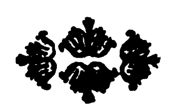
Mais pour que ce nouveau travail puiſſe devenir vraiment utile; il faut augmenter encore les précautions à tous égards, plutôt que de les diminuer. C'eſt là une condition commune à toutes ces *meſures*, qui par les efforts de l'eſprit, nous conduiſent du très petit au très grand. Quand je vois l'aſtronome dans ſon obſervatoire, tenter de comparer les diſtances des Aſtres, aux parties preſqu'imperceptibles de ſes inſtrumens, au travers de l'*air*, qui courbe diverſement les rayons de la lumière: quand je vois ſeulement le géographe, conclure les poſitions des lieux terreſtres; de celle de ſa lunette ſur le limbe de ſon Quart-de-cercle, & de l'heure de ſa pendule: je ne crains pas de préſenter pour la *meſure* des *hauteurs*, les petites *échelles* du Baromètre & du Thermomètre. Mais auſſi, j'en appelle au géographe & à l'aſtronome: qu'ils nous diſent. s'ils ont perfectionné leur Art tout d'un coup; & ſi l'exactitude du Mathématicien leur eût ſervi beaucoup, ſans celle de l'artiſte & de l'obſervateur.

Sans cela on retomberoit dans l'incertitude.

On ne fera donc rien pour perfectionner la *meſure* que je propoſe; on lui nuira même; ſi l'on n'apporte dans de nouvelles recherches, tous les ſoins qu'exigent les expériences de cette eſpèce. On le comprendra, lorſque j'expoſerai ce qui reſte à perfectionner. C'eſt ce que je vais faire dans les Chapitres ſuivans.

Utilité de ces expériences.

On ne doute pas qu'une meſure facile & exacte des hauteurs acceſſibles, ne ſoit utile: on ſait ſur-tout à combien d'égards il eſt eſſentiel en phyſique de bien connoître les modifications qu'éprouve l'Atmoſphère. On doit donc ranger les expériences du Baromètre & du Thermomètre, priſes ſous ce point de vuë, au rang de celles qui méritent le plus l'attention des Phyſiciens.



CHAPITRE HUITIEME.

Difficultés qui restent encore à vaincre dans la mesure des hauteurs par le Baromètre : & principalement à l'égard de la détermination exacte des effets de la chaleur sur la densité de l'air.

656. LA prémière cause d'incertitude qui se présente dans les expériences du Baromètre ; vient du Baromètre même. J'ai dit ci-devant (397), que malgré toutes les corrections que j'ai faites à cet instrument, & tous les soins que je prens dans l'observation ; il se trouve quelque fois un *seizième*, & même un *huitième* de *ligne* de différence entre des Baromètres, qui pour l'ordinaire sont d'accord.

Signe d'imperfection dans le Baromètre.

J'ai lieu de croire que ces différences proviennent en grande partie de l'imperfection des *tubes* (398). Peut-être aussi, que la qualité du *mercure* y influë : je n'ai jamais employé de *mercure* revivifié du cinabre, qui peut-être seroit plus liquide. En un mot, je pense que ces différences sont occasionnées, par l'adhésion du *mercure* au *verre* ; ou par quelque différence d'attraction entr'eux, dans les différentes parties du *tube*.

Causes de cette imperfection.

Je ne présume pas que cette difficulté soit insurmontable, Quel degré de perfection n'a-t-on pas donné tout-à-coup aux lunettes, en portant plus d'attention sur la nature du *verre* qu'on y employe ? On peut donc trouver aussi quelqu'espèce de *verre*, plus homogène, dont la surface soit plus polie ; peut-être aussi des *tubes* plus exactement cylindriques ; & enfin du *mercure* plus pur. Tellement, que les colonnes de *mercure* renfermées dans ces *tubes*, n'y obéissent qu'au poids de l'air, & à la chaleur ; ou que leur résistance soit toûjours la même.

Moyen d'y remédier.

Ce seroit un grand point d'obtenu, si l'on perfectionnoit ainsi le Baromètre. Ses défauts étoient un obstacle à la découverte de tant de causes qui influent dans ces expériences. En le corrigeant au point où je suis parvenu ; j'ai découvert la plupart de ces causes. Il s'agit à présent de déterminer avec plus d'exactitude, les *Loix* qu'elles suivent dans leurs effets ;

Utilité de cette correction.

effets ; & l'on y parviendra bien plus ſûrement, quand le Baromètre n'introduira aucune erreur dans les expériences.

Importance de bien déterminer les effets de la *chaleur* ſur la denſité de l'*air*.

657. Un des points les plus importans à déterminer, c'eſt l'influence de la *chaleur* ſur la *denſité* de l'*air* libre, diverſement comprimé par ſon propre poids. A la vuë des changemens conſidèrables que j'ai faits ſur les *hauteurs* fournies par le calcul immédiat des abaiſſemens du Baromètre, pour les différences de la *chaleur* de l'*air* ; on a dû comprendre, combien il eſt eſſentiel de bien eſtimer les effets de cette cauſe. Le degré d'uniformité auquel je ſuis parvenu, a montré en même-tems que j'ai beaucoup approché de ce but. Cependant il reſte encore bien des obſtacles à vaincre.

Difficulté de connoître la vraie température des deux extrêmités d'une colonne d'*air*.

Le prémier eſt dans l'obſervation elle-même ; & celui-ci me paroît le plus grand. On peut rarement compter, que la *chaleur* indiquée par le Thermomètre expoſé en plein air à la Station la plus élevée, ſoit égale à la *chaleur* de l'*air* à cette même élévation, au-deſſus de la Station inférieure. C'eſt-là cependant une des conditions néceſſaires pour l'exactitude ; puiſque l'obſervation du Thermomètre ſupérieur, doit concourir à déterminer la *chaleur* moyenne de la colonne d'*air* qui s'élève verticalement, depuis la Station inférieure, juſqu'à la hauteur qui correſpond horizontalement à la Station ſupérieure.

Il eſt difficile auſſi de connoître la vraie Loi des décroiſſemens de la chaleur de bas en haut.

658. Mais en ſuppoſant que par les obſervations du Thermomètre aux deux Stations, on connoît exactement le degré de *chaleur* des extrêmités de la colonne d'*air* dont on veut meſurer la hauteur ; il reſte encore à ſavoir, ſi la diminution de la *chaleur* de bas en haut, eſt en progreſſion Arithmétique ; ce que j'ai ſuppoſé pour plus de commodité dans le calcul. Si la différence de *chaleur* dans deux points différemment élevés, étoit toûjours la même ; ou ſi du moins elle ſuivoit une Loi conſtante dans ſes variations ; il m'auroit été facile de connoître la loi des diminutions de la *chaleur* de bas en haut. Mais je n'ai rien vû de fixe à cet égard ; & c'eſt en partie pour le prouver, que j'ai joint au détail de mes obſervations, les indications de la *chaleur* dans la Plaine & ſur la Montagne ; dont j'ai conclu la *chaleur* moyenne de la colonne d'*air*, en prenant la moitié de leur ſomme.

Une

659. Une troisième cause d'incertitude dans la détermination des effets de la *chaleur* sur l'*air*; c'est l'inertie de ce fluide, quelque mobile qu'il soit rélativement à d'autres corps. Quand la *chaleur* augmente dans un lieu, & que l'*air* tend à s'y dilater; il ne peut pas écarter d'abord l'*air* voisin: il faut un certain tems, pour que l'équilibre s'établisse: & pendant ce tems-là, la densité de l'*air* est plus grande qu'elle ne devroit être, comparativement à la *chaleur* observée. Le contraire doit arriver, quoique moins sensiblement, quand la *chaleur* diminuë; & comme ses vicissitudes sont très fréquentes; l'*air* n'est què rarement réduit au volume qu'il devroit occuper suivant les règles générales, tirées du tout ensemble des observations.

L'inertie de l'air peut occasionner des condensations & des dilatations irrégulières dans les variations de la chaleur.

L'effet de cette cause sur la mesure des *hauteurs* par le Baromètre; doit être de les donner trop grandes, quand la *chaleur* va en augmentant, & trop petites, quand elle diminuë. Parce que dans le prémier cas, la partie mesurée d'une colonne d'*air*, est plus condensée qu'elle ne devroit être suivant la règle; & que dans le second cas, elle l'est moins.

Effet de cette cause sur la mesure des hauteurs.

C'est là peut-être la raison de ce que j'ai trouvé, que plusieurs de mes observations qui donnent trop de hauteur, ont été faites au moment le plus *chaud* du jour (596). La même cause contribuë vraisemblablement aussi à ce que les observations faites vers le lever du soleil (tems où la *chaleur* diminuë pour l'ordinaire subitement) ne donnent pas assez de *hauteur*.

Ce peut être la cause de quelques exceptions observées.

Ces effets doivent être plus sensibles; quand les augmentations ou diminutions de la *chaleur* sont plus rapides; & quand, par quelque cause locale, la *chaleur* agit plus fortement dans un lieu, que dans les lieux voisins. Ils doivent l'être davantage aussi, dans les vallées, que dans les lieux où l'*air* est plus libre.

Modification qu'elle doit éprouver.

660. J'ai remarqué une autre exception à la règle générale; qui est en quelque sorte opposée à la précédente: c'est que dans l'étenduë d'environ 200 *pieds* au-dessus du terrein, quelle que soit son élévation, les effets de la *chaleur* sur l'*air* sont ordinairement plus grands, que ne l'indique cette règle. J'attribuë cette différence aux vapeurs, sur lesquelles

Le plus grand effet de la chaleur est dans la couche d'air qui repose sur le terrein.

quelles la *chaleur* agit avec plus de force, que sur l'*air* pur. Mais il n'y a pas assez de constance dans cette cause, pour qu'il soit possible d'en soumettre les effets à des règles. D'ailleurs il faut de bien grandes différences de *chaleur*, pour appercevoir ces effets sur de si petites colonnes.

Pour corriger les effets de la *chaleur* sur l'*air*, il faudroit connoître exactement le rapport de ses dilatations avec celles du *mercure*.

661. Enfin pour déterminer exactement l'effet de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, par l'observation du Thermomètre de *mercure*; il faudroit connoître exactement le rapport des loix que suivent ces deux fluides dans leurs modifications par cette cause. Cet obstacle ne me paroît pas du genre des précédens; je crois qu'on parviendra à le vaincre; mais ce ne sera pas sans de grandes difficultés.

Cette recherche ne peut-être l'objet de quelques expériences particulières.

Ce ne peut être l'objet de quelques expériences particulières, faites sur l'*air* renfermé. Son élasticité, & les corpuscules hétérogènes qui s'y mêlent, ne permettent pas de compter sur de telles expériences, pour avoir des résultats exacts : je l'ai montré en traittant du Thermomètre de M. *Amontons* (421). D'ailleurs il est peu sûr de conclure du petit au grand. Cette marche est utile quand on ne connoît encore rien sur un objet; elle commence à l'éclairer; elle fournit des idées. Mais ici il s'agit de perfectionner; & l'on n'y parviendra je crois, qu'en étudiant les effets de la *chaleur* sur l'*air*, dans l'Atmosphère même.

Rapport vague trouvé par les expériences dans la montag. de *Salève*.

662. L'une des combinaisons que je fis de mes expériences dans la montagne de *Salève*, m'indiqua la variation *moyenne* qu'avoit subi la *densité* de l'*air*, pour un *degré* du Thermomètre de *mercure* : c'est-à-dire le changement *moyen* qui en étoit resulté dans le rapport des *hauteurs de l'air*, avec les *abaissemens du mercure* dans le Baromètre. Ce changement fut d'abord exprimé, par le nombre de *pieds* ou de *pouces* qu'il falloit ajouter, dans chaque Station, à la *hauteur* fournie par l'observation du Baromètre, ou qu'il falloit déduire de cette *hauteur*, pour une variation d'1 *degré* sur le Thermomètre, au-dessus ou au-dessous d'un certain point que j'avois déterminé (588).

Première détermination.

Par une autre combinaison des mêmes expériences, je trouvai que ce changement ne pouvoit pas être exprimé

par

par une quantité constante; quoique les *degrés* du Thermomètre fussent égaux entr'eux : mais que les quantités à *ajouter* à la *hauteur* concluë de l'observation du Baromètre, pour les *degrés* du Thermomètre *au-dessus* du point fixe, devoient être moindres, que les quantités à *soustraire* de cette même hauteur, pour les *degrés* qui étoient *au-dessous* de ce point. Ou en général, que la quantité *absoluë* de ces changemens, devoit successivement décroître, pour des *degrés* égaux de dilatation du mercure dans le Thermomètre (601).

Elle ne montre point encore de différence entre les *Loix* des dilatations de l'*air* & du mercure.

Jusques là, tout cadroit encore avec la supposition, que les dilatations de l'*air* & du *mercure* suivoient la même Loi par les augmentations de la *chaleur*. Car dans le Thermomètre aussi, les volumes égaux du *mercure*, qui forment ses *degrés* égaux, ont successivement moins de poids : & c'est par le rapport des poids des colonnes d'*air* & de *mercure* qui se tiennent mutuellement en équilibre, que l'on conclud la hauteur des prémières, par la hauteur connuë des dernières (603).

Il y a beaucoup de difficulté à pousser plus loin cette recherche.

J'avois apperçu tant de causes qui introduisoient de petites erreurs dans ces observations, que je n'espérai pas de pouvoir y demêler la vraie *Loi* des dilatations de l'*air*, comparativement à celle du *mercure*. Mais peut-être que fatigué par tout le travail que j'avois déjà fait, en combinant de tant de manières ce grand nombre d'observations; je désespérai trop tôt de réussir dans cette recherche. Quoiqu'il en soit; voyant que les *hauteurs* fournies par le calcul immédiat des abaissemens du mercure, étoient d'autant moindres, que la *chaleur* avoit été plus grande; je me suis contenté de faire les corrections pour la *chaleur*, proportionnelles aux *hauteurs* conclues immédiatement : Par-là les changemens *absolus* que je fais sur ces *hauteurs* pour chaque *degré* du Thermomètre, sont bien successivement moindres, à mesure que la *chaleur* augmente. Mais je n'ai pu découvrir encore, si la *Loi* que cette correction suppose, est exactement celle que suit l'*air* dans ses modifications par la *chaleur*. Je vais montrer les difficultés que j'ai rencontrées dans cette recherche.

Règle admise provisionnellement.

Formule qui en découle.

663. Je commencerai par donner dans une seule *formule*; la règle que j'ai emploiée pour calculer les différences de hauteur du mercure, en y introduisant cette correction pour la *chaleur*.

Pour l'intelligence de cette *formule*, il faut se rappeller; que lorsque la *chaleur* de l'*air* est au *zéro* de mon Thermomètre, la *différence des logarithmes des hauteurs du mercure*, exprime en *milliémes de toise*, la *différence de hauteur des lieux* où le Baromètre a été observé (610); & que les *degrés* de mon Thermomètre, ont une grandeur telle, qu'aux environs du point *zéro*, un de ces *degrés* correspond à $\frac{1}{500}$, ou un *demi-degré* à $\frac{1}{1000}$, de changement dans le volume de l'*air* (609). Cela posé :

soit *a* Le nombre des *demi-degrés* de mon Thermomètre observés en + ou en —, rélativement au point *zéro* :
b La hauteur du mercure dans le Baromètre, observée à une certaine Station :
c Sa hauteur observée au même moment à une Station plus basse :

Alors la règle que j'emploie pour avoir en *toises* la différence de *hauteur* des deux Stations; se réduit à cette *formule* :

$$\frac{\overline{Log.\ c - log.\ b} \pm \frac{\overline{log.\ c - log.\ b} \times a}{1000}}{1000}$$

Doutes sur son exactitude.

Mais cette règle est-elle exacte? J'ai cru quelquefois être en état de résoudre cette question; & toûjours quelque nouvelle considération physique est venu déranger mes calculs. Il est vrai que par le nombre de conditions qu'il faut avoir à la fois présentes à l'esprit, dans cette recherche; il faudroit nécessairement la suivre sans interruption: & jamais je ne l'ai pu.

Recherche de l'effet des variations de la *chaleur* dans l'*air*, sur la différence de hauteur du Baromètre.

Je pensai d'abord à chercher par la Théorie, quelle correction il faudroit faire, pour la *chaleur* de l'*air*, sur les observations du Baromètre, afin que leurs résultats fussent les mêmes dans les mêmes lieux; en partant de l'hypothèse, que les dilatations de l'*air* & celles du *mercure* par la *chaleur*, sont proportionnelles; me proposant ensuite de comparer cette correction

correction, avec celle que j'ai emploiée, & sur-tout avec mes expériences.

Les *différences de hauteur* des lieux où l'on a observé le Baromètre, étant proportionnelles aux *différences des logarithmes* des hauteurs où le mercure s'est soutenu dans ces lieux-là : & les *différences des logarithmes* des nombres qui ont entr'eux le même rapport, étant égales entr'elles : pour trouver toûjours par le Baromètre la même *différence de hauteur* entre deux lieux donnés, quelle que soit la *chaleur* de l'*air*; il faut pouvoir ramener sûrement, les hauteurs du Baromètre, observées en ces lieux-là, au *rapport* qu'elles auroient entr'elles par un degré fixe de *chaleur* de l'*air*.

But qu'on doit se proposer dans cette recherche.

Ici se présente une prémière question. Sur laquelle des deux *hauteurs* du mercure, faut-il faire la correction, pour rétablir entr'elles le *rapport* altéré par la différence de la *chaleur*? Il me semble que ce doit être sur celle qui a été observée au lieu le plus bas. Car nous avons d'abord à connoître la *densité* de l'*air* résultante de la *pression*. Or la quantité de la *pression* est déterminée par la hauteur de la colonne de mercure soûtenuë dans le Baromètre au lieu le plus élevé; quelle que soit la cause qui donne à l'air le *poids* représenté par cette *colonne*. C'est donc là une des *données* invariables du problême. Ainsi le seul effet de la *chaleur* qu'on doive considérer, c'est l'altération qu'elle produit dans la *densité* de la colonne d'air *interceptée* par les deux Stations; & par conséquent dans la *hauteur* du mercure à la Station la plus basse, dont la différence avec la *hauteur* observée au lieu le plus haut, est produite par le *poids* de la colonne *interceptée*. Il résulte de-là (en ne considérant point les effets de l'élasticité de l'*air* dans les changemens que produit la *chaleur*) que les hauteurs *c* du Baromètre, devroient être ainsi corrigées, pour les différences de la *chaleur* : $c \pm \frac{\overline{c-b} \times a}{1000}$.

Quelle est celle des deux hauteurs observées du Baromètre, qui doit être corrigée?

C'est celle qui a été observée au lieu le plus bas.

***Formule* pour cette correction, en négligeant l'effet de l'*élasticité* de l'air.**

Je ne m'arrêterai pas à le démontrer.

664. Mais cette formule suppose, que le seul effet qui résulte des variations de la *chaleur* dans la colonne d'air *interceptée*, est un changement dans sa *densité*, semblable dans toutes

Effet de l'*élasticité* de l'*air*, dans les changemens qu'il subit par la

chaleur.

toutes ses parties. Tandis que l'*air* étant *élastique*, & ses parties pesant les unes sur les autres; les changemens qui arrivent dans la *densité* des parties supérieures de cette colonne, influent sur la *densité* des parties inférieures. Ainsi la *densité* de celles-ci est modifiée de deux manières par les variations de la *chaleur*; savoir, par les changemens qu'elles subissent elles-mêmes; & par la différence de *pression* qu'elles éprouvent, à cause de ceux que subissent les parties supérieures. Cette dernière cause, tend à augmenter l'effet de la prémière; mais suivant une autre *Loi*: ce qui complique déja le problême.

Incertitude occasionnée par la remarque de M. *Amontons* sur l'influence du *poids* dont l'air est chargé dans les effets que la *chaleur* produit sur lui.

Et s'il est vrai, comme M. *Amontons* a cru le voir dans ses expériences (421 *p.* 434 *d.*), que les effets de la *chaleur* sur l'*air*, sont proportionnels au *poids* dont il est chargé: voilà encore une nouvelle condition, à laquelle il faut satisfaire. Et alors il ne suffira pas d'avoir égard à la *différence* des *hauteurs* du Baromètre: les *hauteurs* elles-mêmes influeront. Et de plus; il faudra considérer doublement, l'effet des changemens produits par la *chaleur* dans la *pression* qu'exercent les unes sur les autres, les parties de la colonne d'air *interceptée*.

Obstacles dans la vérification de cette remarque de M. *Amontons*.

Mais il ne suffit pas de résoudre ce problême mathématique; il faut s'assurer de l'existence des causes physiques. Et comment découvrir à la fois, s'il est vrai que les effets de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, soient proportionnels au *poids* dont il est chargé: & quelle est la *Loi* que suivent les dilatations de l'*air* par cette même cause, comparativement à des dilatations du *mercure* égales entr'elles? Comment sur-tout parvenir à ces découvertes, au travers d'autres causes de différences dans les observations?

Voilà d'où naissent les difficultés: & ces recherches devenoient d'autant plus pénibles pour moi; qu'à chaque tentative, il auroit fallu calculer de nouveau ce grand nombre d'observations, que j'avois déjà calculées tant de fois. Je me suis donc contenté de faire des essais, sur des *ensembles*, pris dans les différens sens qui pouvoient faire ressortir les différences des formules: & jusqu'à présent, je n'en ai trouvé aucune, qui augmente assez la régularité de mes résultats, pour lui sacrifier la simplicité de celle que j'ai emploïée. Il est vrai que je n'ai pû donner à cet examen tout le tems

qu'il

qu'il auroit exigé. C'eſt pourquoi je ne rends pas compte en détail de toutes ces tentatives. Je me ſuis propoſé ſeulement de montrer les cauſes de l'incertitude qui reſte encore dans la détermination des effets de la *chaleur* ſur la *denſité* de l'*air*. En voilà déjà un grand nombre que j'ai expoſées dans ce Chapitre ; cependant il en reſte encore une, dont les conſéquences ſont très étendues ; & qui par cette raiſon fera l'objet du Chapitre ſuivant.

CHAPITRE NEUVIEME.

Eſſai ſur la principale cauſe des Variations du Baromètre dans un même lieu : ſon influence ſur les obſervations de cet inſtrument rélatives à la meſure des Hauteurs. Explication des principaux Phénomènes qui accompagnent ces variations.

665. J'Ai renvoyé dans ce Chapitre l'expoſition d'une des cauſes qui met vraiſemblablement le plus d'obſtacle à l'eſtimation exacte des effets de la *chaleur* ſur la *denſité* de l'*air* ; me propoſant de la traiter avec aſſez d'étenduë.

Pluſieurs des expériences que j'ai faites dans la montagne de *Salève* m'ont fait penſer, que la cauſe des variations du Baromètre dans un même lieu, n'influë pas toûjours également dans toute la *hauteur* de l'Atmoſphère. Si l'on examine les obſervations que j'ai faites en un même jour, à toutes mes Stations dans la montagne de *Salève* ; on verra quelquefois, que dans les Stations les plus baſſes, l'obſervation donne trop de *hauteur* ; & qu'à meſure que les Stations s'élèvent, cette différence diminuë, & paſſe même juſqu'à devenir oppoſée dans le haut de la montagne. D'autres fois au contraire, c'eſt dans le bas que l'obſervation ne donne pas aſſez de *hauteur* ; & cette différence, oppoſée à la prémière, ſe corrige auſſi & devient même contraire dans les Stations ſupérieures. Les obſervations du 25me. Mars 1760, ſont un exemple du prémier cas ; & l'on trouvera le dernier, dans celles du 8e. Juin 1758. Il y a beaucoup d'autres exemples ſemblables ; qui, ſans être auſſi

 frappans,

frappans, concourrent cependant à indiquer l'action de quelque cause particulière.

La Loi des pressions est quelque-fois troublée dans la région des météores.

666. Ce changement de rapport dans les *densités* de l'Atmosphère m'a conduit à penser, que la région des exhalaisons & des vapeurs est sujette à des vicissitudes de dilatations & de condensations, qui sont indépendantes des loix générales; & qui par conséquent, doivent occasionner des exceptions à ces loix. Si j'avois pû former dès le commencement de mes recherches, tous les plans d'observations que la réflexion & l'expérience m'ont fournis depuis; j'ai lieu de croire que je serois parvenu à connoître quelque chose de plus positif sur l'influence de cette cause. Mais je n'ai apperçu cette possibilité, qu'après avoir fait toutes les observations que j'ai rapportées. C'est pourquoi je me bornerai pour le présent, à développer ce que ces mêmes observations indiquent; quoique je les aie entreprises, sans aucune vuë à cet égard.

Différence possible entre les effets de la cause qui fait abaisser le mercure dans le même lieu, & de celle qui le fait abaisser quand on élève le Baromètre.

667. La méthode que j'emploie pour calculer les abaissemens du mercure dans le Baromètre, suppose; que les variations de hauteur de sa colonne dans le même lieu, sont produites par une cause absolument semblable à celle, qui la rend plus longue ou plus courte, lorsqu'on descend ou qu'on monte dans l'Atmosphère (549); c'est-à-dire, que je considère le changement qui se fait dans l'élasticité & la densité de l'*air*, quand le mercure s'abaisse dans le Baromètre *sédentaire*, comme semblable à celui qu'on éprouveroit, si l'on portoit le Baromètre dans un lieu plus élevé; & réciproquement.

Mais pour que cette méthode fût parfaitement exacte; il faudroit que la diminution du poids de l'*air* dans un même lieu; fût produite par la soustraction d'une partie de ce fluide, parfaitement de même nature que le tout. Cependant on peut concevoir, que l'élasticité spécifique de la partie soustraite, est plus grande, ou moindre, que l'élasticité moyenne de la colonne; & si cela est, il faut nécessairement avoir égard à cette différence. Par exemple, si le fluide qui s'échappe est spécifiquement plus élastique que le composé total de l'Atmosphère après sa sortie; ce composé étant moins élastique qu'il n'étoit auparavant, doit nécessairement être plus condensé;

densé : ensorte qu'une de ses colonnes, égale en poids à une autre colonne du composé précédent, doit avoir moins de longueur par une égale pression. Cette idée m'est venuë trop tard, pour la soumettre à des expériences immédiates ; j'espère cependant de lui donner quelque consistance, en l'appliquant à mes observations.

668. N'ayant à consulter que mes expériences précédentes, lorsqu'elles m'indiquèrent elles-mêmes, que l'air pouvoit bien être sujet à des mélanges qui rendoient son élasticité variable ; je les considérai sous ce point de vuë : & reprenant celui de mes *tableaux* où j'avois rangé mes expériences suivant l'ordre de leurs résultats (592) ; je remarquai, qu'assez généralement, les observations qui donnoient trop de *hauteur*, correspondoient aux moindres élévations du Baromètre de la plaine. Mais comme il y avoit plusieurs exceptions à ce rapport, je vis qu'il falloit chercher d'abord, non la certitude, mais la probabilité.

Plusieurs des observations qui donnent les hauteurs trop grandes ont été faites en des tems où le Barom. étoit bas.

Pour cet effet, je rangeai de nouveau toutes mes observations, suivant l'ordre des hauteurs du Baromètre de la plaine ; en commençant à chaque Station par le plus grand abaissement du mercure : après quoi j'additionnai séparément les moitiés supérieures & les moitiés inférieures des colonnes qui renfermoient les *hauteurs* résultantes du calcul. Je vis par cette prémière tentative, qu'excepté dans la Iere. la 13me. & la 14me. Station, la somme des moitiés supérieures de ces colonnes ; c'est-à-dire, de celles qui correspondoient aux moindres élévations du mercure dans le Baromètre de la plaine, étoit toûjours plus grande, que la somme des moitiés inférieures qui contenoient les observations faites dans les tems où le Baromètre avoit été le plus haut.

Les résultats moyens indiquent cette même rélation.

669. De ce prémier examen, je passai à un second. On a vû dans le détail de mes expériences, que la hauteur moyenne donnée par le calcul, est dans quelques Stations plus grande, & dans les autres plus petite que la hauteur réelle. Je cherchai donc à savoir, si cette différence avoit quelque rapport avec celle de la hauteur du mercure. Pour cet effet, j'additionnai toutes les hauteurs du mercure dans le Baromètre

Autre combinaison des observat. qui indique la même chose.

 mètre

mètre de la plaine à chaque Station, & je divisai leurs sommes par le nombre des expériences. Je rangeai ensuite toutes ces hauteurs moyennes du mercure suivant l'ordre de leurs augmentations, & je plaçai auprès de chacune, la différence trouvée entre la *hauteur* moyenne du lieu, déterminée par le calcul, & la *hauteur* réelle, soit en *excès*, soit en *défaut*.

Le résultat de ce second examen, confirma celui du prémier; car les différences en *excès*, se trouvèrent toutes dans le haut de la colonne; c'est-à-dire, qu'elles correspondoient avec les moindres hauteurs moyennes du Baromètre de la plaine.

Les exceptions ont des rapports avec les différences de chaleur.

Enfin, j'examinai les circonstances qui avoient accompagné les observations dont les résultats différoient du résultat moyen: c'est-à-dire de celles qui, faites dans des tems où le Baromètre de la plaine, avoit été au-dessous de sa hauteur moyenne, ne donnoient cependant pas trop de *hauteur*, ou n'en donnoient pas même assez; & de celles qui au contraire, par des hauteurs du mercure plus grandes que sa hauteur moyenne, donnoient néantmoins trop de *hauteur* par le calcul: & je trouvai par cet examen, que dans la plûpart des observations du prémier cas, il faisoit fort chaud; & que dans celles du second cas, la chaleur avoit été le plus souvent au dessous du terme moyen.

Il faudroit donc une nouvelle correction rélative à ces nouveaux rapports.

670. Il me paroît donc, que pour déterminer exactement par le Baromètre la différence de *hauteur* de deux Stations; il ne suffit pas de connoître par la hauteur du mercure le poids qui comprime la colonne d'air, & par le Thermomètre la température de cette colonne; mais qu'il faut encore avoir égard à une autre cause qui influë sur la densité de l'*air*; savoir celle des *variations* du Baromètre.

Accord ordinaire de l'Hygromètre & du Barom. pour prédire le beau & le mauvais tems.

671. Pour découvrir la cause qui produit les *variations* du Baromètre *sédentaire*; examinons les circonstances qui les accompagnent. L'accord presque ordinaire, du Baromètre & de l'*Hygromètre*, est la plus essentielle de ces circonstances; c'est aussi celle que j'ai particuliérement en vuë pour le présent.

Quoi que l'*Hygromètre* soit placé dans un lieu, qui n'a avec l'*air*

l'*air* extérieur que des communications imperceptibles ; il indique ordinairement une augmentation d'humidité, quand le Baromètre descend. Toute personne attentive peut avoir remarqué ce Phénomène : & il n'est pas nécessaire pour cela d'avoir un *hygromètre* artificiel ; les cordes, les sels, les bois, les pierres mêmes, sont autant d'*hygroscopes*, qui tiennent lieu de *Baromètre* au Peuple dans tout païs, pour prédire la pluïe prochaine, & le retour du beau tems. (*a*) On

(*a*) L'humidité fait enfler les cordes qui sont composées de fibres végétales tordues, & par cela même ces cordes s'accourcissent quand elles en sont pénétrées : Elle rammolit & relâche celles qui sont faites de substances animales, comme les cordes de boyeau, qui par cette raison s'allongent : elle pénétre en très grande abondance la plupart des sels, qui augmentent alors de poids, & même quelquefois se liquéfient : elle s'insinuë dans le bois, sur-tout quand il est en œuvre & que par conséquent la séve est évaporée ; elle écarte alors ses fibres, & c'est par-là qu'elle empêche souvent des portes de s'ouvrir ou de se fermer, & qu'elle produit ces pétillemens qu'on entend quelquefois dans les boisages, dont les assemblages tendent à se resserrer quand l'humidité les pénétre.

J'ai dit que les pierres même sont des hygroscopes ; mais l'humidité s'y manifeste différemment que dans les corps dont je viens de parler. Certaines pierres poreuses se rammolissent considérablement quand l'air est humide. On voyoit par exemple, & l'on voit peut-être encore, auprès d'Assecheleben à 20 lieuës à l'Ouest de Leipzig, une pierre qui tenoit lieu de Baromètre aux voyageurs. Quand la pluïe étoit prochaine, on y plantoit un clou, comme dans de l'argile ; mais quand le beau tems devoit continuer, cette pierre, qu'on voioit toute garnie de cloux, émoussoit au prémier coup ceux qu'on vouloit y planter alors.

D'autres pierres manifestent l'humidité parce que leur surface est polie ; ce qui suppose ordinairement qu'elles sont dures, & que leurs pores sont assez serrés pour que l'humidité les pénétre difficilement : dans ce cas, le fluide igné qui est son vehicule, comme on le verra bientôt, s'introduit seul & la dépose à la surface de ces pierres, où son accumulation la rend visible. Les pierres les plus tendres & les plus poreuses peuvent aussi produire le même effet, lorsqu'elles sont exposées longtems à la transpiration ou à l'attouchement des hommes & des bêtes, ou quand par d'autres causes, elles ont été couvertes d'une espèce de vernis qui bouche l'entrée de leurs pores, & sur lequel l'humidité s'accumule par la même raison que sur les pierres dures & polies. On voit fréquemment des pierres ainsi *vernissées* dans de vieux bâtimens, & ce ne sont pas celles qui se conservent le moins.

Une autre condition nécessaire pour que les pierres & les autres corps polis qui n'admettent pas aisément l'humidité dans leurs pores, en soient couverts à leur surface quand elle est répanduë dans l'air ; c'est que ces corps se trouvent en des lieux où l'air ait un libre accès, sans néanmoins qu'il s'y renouvelle fréquemment par les courants que les vents produisent dans l'Atmosphère. Ainsi l'on voit rarement ces corps se couvrir d'humidité en plein air ; c'est-à-dire dans les grandes ruës, dans les places publiques, dans le haut des édifices, & même dans les grandes cours bien percées ; parce que les corps exposés à l'air libre contractent beaucoup plus promptement sa température ; & parce que dans tout air agité, l'évaporation est plus prompte. L'humidité qui s'attache sur les corps polis exposés en plein air, s'évapore de nouveau presqu'aussitôt qu'elle est déposée ; à moins qu'il n'y ait une augmentation considérable & subite de chaleur & d'humidité. Mais dans l'intérieur des édifices trop resserrés & même dans les ruës étroites,

ſait auſſi, que la couronne foiblement lumineuſe dont la lune eſt quelquefois environnée, (*b*) eſt un préſage de pluïe. Or cette couronne n'eſt produite que par la réflexion des rayons de la lune, ſur des vapeurs répandues dans l'air, qui ſans cela ſeroient imperceptibles.

Différence entre les brouillards & l'humidité qui affecte ordinairement l'hygromètre.

672. L'*humidité* qui agit ordinairement ſur l'*hygromètre*, n'eſt point ſemblable à celle que nous voyons ſous la forme de *brouillards*. Ceux-ci ne font pas baiſſer le Baromètre, & l'*Hygromètre* n'en eſt preſque point affecté, quand il eſt dans une chambre bien fermée. Auſſi les *brouillards* ne produiſent-ils pas dans les obſervations rélatives à la meſure des *hauteurs*, une erreur ſemblable à celle que produit l'*humidité* : on peut voir, par celles que j'ai faites le 1er. Octobre 1758, dans toutes les Stations de *Salève*, que l'erreur eſt oppoſée à celle dont je parle ; mais on verra en même-tems, que le Baromètre étoit ce jour-là au-deſſus de ſa *hauteur* moyenne.

Formation des brouillards

673. Il y a donc une différence eſſentielle, entre les *brouillards* & l'*humidité* : & la chaleur qui eſt leur cauſe commune, agit différemment pour les produire. Les *brouillards* ne s'élèvent des marais, des rivières, des lacs & de la mer même, que dans les tems où l'eau eſt beaucoup plus chaude que l'*air* ; ce qui arrive ordinairement en Automne. La *chaleur* agit en ce cas, de l'intèrieur à l'extèrieur ; elle ſort de l'eau pour ſe mettre en équilibre, & entraîne avec elle des particules d'eau, en forme de globules très diſtincts à nos yeux. Ces particules flottent dans l'*air* ſans l'altérer ſenſiblement.

Formation

674. Quant à l'*humidité*, que je nommerai *vapeur* dans la ſuite

où la température change fort lentement, & où l'air ne circule qu'avec peine ; les pierres polies, celles qui ſont couvertes de cette eſpèce de vernis dont j'ai parlé, & les murs mêmes dont les pores extèrieurs ont été bouchés par un enduit ſemblable, ſont des hygroſcopes qui pour l'ordinaire annoncent la pluïe en manifeſtant l'humidité de l'air.

Il y a des tems où cette humidité qui paroît diſtiller des murs n'eſt pas un ſigne de pluïe ; j'aurai ſoin de les indiquer lorſqu'après avoir développé mon ſyſtême météorologique, j'expliquerai les Phénomènes qui appartiennent à ce ſujet.

(*b*) Je n'entends pas ici les *Hâlos* ou cercles lumineux qui ſe forment quelques fois autour de la lune ; ce Phénomène eſt peu fréquent. Je ne parle que d'un Phénomène très commun, de cette foible lumière qui environne la lune lorſqu'on dit vulgairement en certains Païs, *la lune ſe baigne*.

fuite, elle est produite en tout tems par l'action de la *chaleur*: elle n'est point visible, parce que ses particules sont si petites, & se mêlent si intimément avec l'air dans lequel elles s'élèvent par leur *légèreté*, qu'elles ne diminuent presque point sa transparence, & qu'elles l'accompagnent par-tout où il pénètre.

des vapeurs subtiles.

Comme l'excès de pesanteur spécifique de l'*air* sur les *vapeurs*, est le fondement de tout ce que je me propose de dire sur cette matière, & que ce point n'est pas généralement admis par les Physiciens (201); je me crois obligé, avant d'aller plus loin, d'exposer les raisons sur lesquelles je le fonde.

Preuves de la légèreté des vapeurs rélativement à l'air.

675. On convient généralement, que si la chaleur est la cause immédiate de l'évaporation; les *vapeurs* qui en resultent, peuvent être plus *légères* que l'air. En effet, quelle que soit la manière dont le fluide igné se combine avec l'eau; qu'il gonfle ses particules comme des ballons; ou que s'attachant à elles, il les divise & leur communique l'agitation dont il est doué; qu'il dilate leurs pores; ou qu'enfin il augmente leur élasticité ou leur force répulsive (*a*); ces petits composés d'eau & de feu, que je nomme *vapeurs*, pourront être plus *légers* que l'air. (*b*) Il suffit donc de faire voir: 1°. Que le feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air, & même qu'avec la plûpart des matières combustibles, & que par conséquent il peut être dans les *vapeurs* en très-grande quantité, 2°. Qu'il y a toûjours assez de feu répandu dans les corps, même au plus fort de l'hyver, pour produire l'évaporation. 3°. Que les *vapeurs* indiquent elles-mêmes ce vehicule. 4°. Enfin

Si les Vapeurs sont produites par le feu, elles peuvent être plus légères que l'air.

(*a*) Voyez le *Cours de Physique expérimentale* de *Désaguliers*, traduction du P. *Pezenas*, 4°. *Tom.* II. *pag.* 350.

(*b*) Il est encore indifférent à mon Hypothèse, que le *feu* soit une matière réelle, ou une simple modification; car pourvu qu'on m'accorde que cette modification se communique, ce que personne ne refusera, tout ce que je dirai dans la prémière supposition, sera également vrai dans la seconde.

Enfin, que l'expèrience prouve la *legèreté* des *vapeurs.*

Ire. Prop. *Le Feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air & même qu'avec la plupart des matières combustibles.*

676. J'ai dit d'abord, que *le feu a plus d'affinité avec l'eau, qu'avec l'air, & même qu'avec la plûpart des matières combustibles.* Je fonde ce sentiment sur plusieurs Phénomènes très connus, & qu'il suffit d'expliquer. L'*eau* n'éteint le *feu*, que parce qu'elle a plus d'affinité avec lui qu'il n'en a avec les matières combustibles auxquelles il est attaché; il quitte ces matières pour se joindre à l'*eau*, il la réduit en *vapeurs* & s'échappe avec elle. L'*eau* garantit de l'action du *feu*, les matières qu'elle environne, ou qu'elle a pénètrées; parce que le *feu* ne s'attache qu'à l'*eau*, tant qu'il y en a suffisamment pour l'absorber. C'est par la même raison, que le bois *verd*, ne brûle pas si promptement que le bois *sec*. Si les matières combustibles sont d'une nature telle, que le *feu* ait moins d'affinité avec l'*eau* qu'il n'en a avec ces matières; l'*eau* ne les *éteint* point quand elles sont embrasées : tel est sans doute le *feu grégeois.*

Comment l'air augmente l'action du feu.

677. L'*air* au contraire, bien loin d'*éteindre* le feu, augmente son action sur les matières combustibles, n'ayant que très peu d'affinité avec le *feu*, il le concentre sur ces matières, & le tient comme en prison. C'est pour cela que quand on fait le *vuide* sous un récipient, où l'on a renfermé une bougie allumée; ou des charbons embrasés; le *fluide igné*, n'étant plus retenu par la compression de l'aïr, se dilate & se dissipe. C'est aussi par la même raison, que les corps perdent plus promptement leur chaleur dans le *vuide* que dans l'air. Le *feu* de nos cheminées est plus actif, quand l'air est sec que quand il est humide; parce que dans ce dernier cas, le *feu* abandonne le bois, pour se joindre aux *vapeurs*. L'*air* renfermé dans une petite boule de verre scellée hermètiquement, résiste à l'introduction du fluide *igné*, & la phiole peut rester long-tems exposée à l'action du *feu* sans se rompre. Mais si l'on y renferme une seule goutte d'*eau*; le *feu* la réduit aussitôt en *vapeurs*, & s'accumule en si grande quantité dans ses pores, que la petite boule se rompt avec éclat.

La chaleur diminuë à mesure qu'on s'élève dans l'Atmosphère.

678. On sait que la chaleur diminuë à mesure qu'on s'élève dans l'Atmosphère (203). Ce Phénomène général combiné avec mes observations dans la montagne de *Salève*, prouve

prouve encore, que le *feu* a moins d'affinité avec l'*air* qu'avec les particules acqueuſes. On attribuë uniquement, pour l'ordinaire, la plus grande chaleur des parties inférieures de l'Atmoſphère, aux réflexions produites par le terrein. Je conviens que l'influence de cette cauſe eſt très grande: mais elle ne ſuffit pas pour expliquer les Phénomènes. Car s'il n'y avoit pas une autre cauſe de la différence de chaleur dans les couches d'air placées à différentes élévations; le rapport de la chaleur entre deux lieux différemment élevés, devroit ſe conſerver à peu-près le même. Or il eſt certain par mes expèriences, que ce rapport varie beaucoup, & continuellement. Il faut donc avoir recours à une autre cauſe, qui arrête la chaleur dans les différentes couches de l'Atmoſphère; à une cauſe mobile, qui agiſſe plus ou moins dans un même lieu en différens tems; & dont cependant les effets ſoient plus conſidèrables, à meſure qu'on deſcend vers la plaine. Les *exhalaiſons* & les *vapeurs*, peuvent ſatisfaire à toutes ces conditions; elles ſont fort abondantes dans le bas de l'Atmoſphère; parce que l'*air* plus denſe, eſt plus capable de les ſoutenir. Mais comme elles ſont mobiles; l'agitation de l'*air* les fait élever plus ou moins, ſuivant ſa direction: les vents peuvent en apporter auſſi plus ou moins, dans différentes couches de l'Atmoſphère: ces *vapeurs* & ces *exhalaiſons* retiennent pendant long-tems le *feu* qui les a produites, & celui qui circule dans l'*air*, quelle que ſoit ſa ſource immédiate; & par cela même, le rapport de la *chaleur* entre les diverſes couches de l'*air*, doit ſuivre, comme il ſuit en effet, l'inconſtance de cette cauſe.

Les réflexions du terrein ne produiſent pas ſeules cet effet.

La diminution de chaleur de bas en haut n'eſt pas régulière.

Elle eſt produite en grande partie par la différente quantité de vapeurs.

679. Cette influence de la différence de *pureté* de l'*air*, ſur ſon degré de *chaleur*, eſt probablement une des cauſes de la différence de température des courants d'air produits par les vents du *Nord* & du *Sud*. Le dernier eſt conſtamment plus chaud dans nos climats, que le prémier. Si cette différence n'avoit lieu qu'en Hiver: on pourroit l'attribuer à la poſition du ſoleil; qui, ceſſant d'échauffer les régions de notre Pole, en paſſant au-delà de l'Equateur; doit mettre dans la température de l'*air* qui nous vient de ces deux parties du Globe, la différence que nous y obſervons. Mais nous éprou-

Les vapeurs produiſent ſans doute la différence de température des vents *Nord Eſt* & *Sud Oueſt*.

vons la même différence en Eté : & dans cette saison, la position du soleil est opposée à la précédente. La différence de chaleur de ces deux vents ne vient-elle donc point, de ce que l'*air* que nous apporte celui du *Sud*, étant chargé de *vapeurs*, est plus susceptible d'être échauffé ; & qu'au contraire le vent du *Nord* charie un *air* pur, qui résiste à l'être?

Le fluide électrique a aussi plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air.

680. Entre un grand nombre d'autres Phenomènes qui concourrent à prouver, que *le feu a plus d'affinité avec l'eau qu'avec l'air*, il en est un que je ne dois pas omettre. Comme il est d'une autre espèce, il fera connoître d'autant mieux, que cette différence d'affinité tient à une Loi générale. Il s'agit du *fluide électrique*, qui ressemble à tant d'égards au *fluide igné*; (si toutefois il n'est pas le même): qui comme lui se dissipe dans l'*air humide*, & se communique à l'*eau* très facilement.

Le *Rhône* & les fontaines qui en dérivent devenus *conducteurs* du fluide électrique.

681. Une expèrience singulière, que nous fîmes mon frère & moi, dans le commencement de l'année 1749, prouve d'une manière bien sensible, cette affinité du *fluide électrique* avec l'*eau*. Nous parvînmes successivement à faire *l'expèrience de Leyde*, au travers du *Rhône*, & de toutes les Fontaines auxquelles il donne de l'eau par le moyen de pompes aspirantes & refoulantes, à une distance de 200 *toises* (*a*). Ce qu'il y eut encore de remarquable dans cette expèrience; c'est que partout où le pavé des ruës étoit simplement humecté par l'eau des fontaines, on éprouvoit la *commotion* dans les jambes, en tirant une étincelle d'un fil de fer qui partoit du *conducteur* de la machine (*b*). On voit par cette expèrience, que l'*humidité* seule suffit, pour transmettre le *fluide électrique* à une distance considèrable; car dans quel sens qu'on imagine que ce fit le courant de ce fluide; il est toûjours certain, que le *Rhône* & toute la masse du terrein *humide*, lui servirent de véhicule.

L'humidité des ruës produit le même effet.

L'air

(*a*) La distance de 200 *toises* étoit la borne locale, & non celle de la propagation du *fluide électrique* : car malgré cet intervalle, la *commotion* n'étoit point sensiblement affoiblie. Peut-être que s'il étoit possible de conduire un fil de métal suffisamment isolé, depuis *Genève* jusqu'à la *Mer*, on pourroit faire l'expèrience de Leyde à cette distance, par l'entremise du *Rhône*.

(*b*) Cette expèrience est rapportée avec assez de détail dans la 3me. des *Lettres* que M. l'*Abbé Nollet*, publia sur l'Electricité en 1753. Cette lettre étoit adressée à feu M. le Professeur *Jallabert*, qui ayant été témoin de cette expèrience, en fit part à M. l'*Abbé Nollet*.

682. L'air au contraire s'oppose à l'expansion du *fluide électrique*. On sait qu'une bouteille pleine d'*eau*, ou vuide d'*air*, étant suspenduë dans l'*air sec* par un cordon de soie, conserve pendant fort long-tems le *fluide électrique* qu'on lui a communiqué.

L'air s'oppose à l'expansion du fluide électrique.

Je puis donc poser comme certain; que la matière du *feu*, & le *fluide électrique*, qui sont peut-être une seule & même substance différemment modifiée, s'unissent très facilement à à l'*eau*; & que le *feu* proprement dit, la transforme en *vapeurs*.

683. Il résulte aussi des mêmes expèriences; que ces *vapeurs* flottant dans l'air, doivent conserver leur *feu* pendant long-tems, comme le conserve l'*eau* électrisée, dont je viens de parler. On ne m'objectera pas sans doute le *refroidissement* des corps dans l'air, & la diminution du *fluide électrique* dans l'*eau* de la dernière expérience: car je n'ai pas dit que l'*air* n'admet point le *feu*; mais seulement qu'il resiste beaucoup à l'admettre. D'ailleurs, outre la lenteur de ces diminutions; il est certain que l'*air* n'est jamais *pur* autour des corps qui se *réfroidissent*; au lieu que rélativement aux particules des *vapeurs* & des *exhalaisons*, qui sont elles-mêmes l'*impureté* de l'air; celui qui les environne, est toûjours parfaitement *pur*.

Les vapeurs doivent conserver long-tems le feu qui les a produites.

684. J'ai dit secondement, *qu'il y a toûjours assez de feu répandu dans les corps terrestres, pour produire l'évaporation, même au plus fort de l'hiver*. Pour le prouver, je considèrerai d'abord la nature du *feu* dans ses effets connus. L'expérience nous apprend, que le *feu* est dans une agitation continuelle, qu'il heurte contre les corps solides & fluides; qu'il tend à les diviser; & qu'il les divise effectivement: mais qu'il agit plus ou moins sur les corps, suivant leur nature: par exemple, il fait exhaler le plomb dans les fourneaux; tandis que les scories de ce même plomb, quoique moins pesantes, lui resistent.

IIde. Prop. *Il y a toûjours assez de feu, même au fort de l'hiver, pour produire l'évaporation.*

La matière du feu est dans une très grande agitation.

L'eau est un des corps que le *feu* divise le plus facilement. Ainsi, quelle que soit la quantité du *feu* que contient l'*eau*; il doit en détacher des particules, & les entraîner avec lui. L'*eau* peut donc *s'évaporer* en toute saison; & la difficulté ne consiste, que dans la quantité de l'évaporation.

Elle divise l'eau fort aisément.

On objecte la diminution de chaleur en Hiver.

685. On croit assez communément que la différence de chaleur de l'Eté à l'Hiver, est très grande ; & que si l'*évaporation* résulte du mélange du *feu* avec l'*eau* : elle doit être beaucoup moindre en Hiver qu'en Eté.

Réponse.

686. Je répons d'abord, qu'il y a en effet, une différence sensible d'*évaporation* entre l'Eté & l'Hiver dans les petites masses d'eau ; & que par conséquent il y a certainement quelque rapport entre la diminution de la *chaleur*, & celle de l'*évaporation*. Cela étant, rien n'empêche d'admettre, que ces deux diminutions sont proportionnelles. Car pouvons nous connoître les quantités absoluës de la *chaleur*? Si nous éprouvons des sensations très différentes en Eté & en Hiver; nous le devons à la nature de nos organes. Examinons seulement ce qui se passe sous nos yeux: ne voyons nous pas un grand nombre d'animaux qui éprouvent à la campagne, sans en paroître incommodés, les mêmes différences de température que nous supportons avec tant de peine; tandis que d'autres animaux, cherchent beaucoup plus que nous, l'ombre en Eté & la chaleur en Hiver ? Or je suis persuadé que ces diverses espèces d'animaux, trouvent une même différence entre les températures qu'ils peuvent supporter ; quoique la distance entre les deux extrêmes soit réellement inégale. La même différence se voit d'homme à homme, en comparant les habitans des Païs septentrionaux, avec ceux des Païs méridionaux ; les habitans de la campagne, avec ceux des Villes; & même les hommes d'une constitution robuste, avec ceux dont le tempérament est délicat.

Illusion de nos sens à cet égard.

687. Nous avons il est vrai, d'autres mesures de la *chaleur*, savoir des fluides qui se dilatent, se condensent & se congélent; des corps dont le volume augmente ou diminuë sensiblement, suivant la quantité de chaleur dont ils sont pénétrés. Mais nous ne voyons en tout cela aucune limite; & nos congélations forcées par les sels, aidées de la plus grande diminution naturelle de la *chaleur*, nous prouvent elles-mêmes, que nous sommes fort éloignés de connoître le point où elle cesse totalement.

Nous avons d'autres mesures de la chaleur.

Mais elles n'ont rien d'absolu.

La différence de chaleur de l'Eté à l'Hiver

688. On peut donc admettre avec la plus grande vraisemblance, que la distance entre la *chaleur* de l'Eté & celle de l'Hiver

l'Hiver eſt très petite, comparativement à la diſtance totale de la *chaleur* de l'Eté, au *froid* abſolu; & que par conſéquent, la différence d'*évaporation* eſt proportionnelle à la différence de *chaleur* entre l'Eté & l'Hiver.

peut être petite rélativement au froid abſolu.

689. Au reſte il n'eſt pas néceſſaire à mon ſyſtême, que la *chaleur* & l'*évaporation* ſoyent proportionnelles. Il s'agit ſeulement de ſavoir, ſi en admettant que l'*évaporation* eſt produite par la *chaleur*; nous trouverons aſſez de *vapeurs* en Hiver. Or il reſte toûjours aſſez d'eau fluide ſur la ſurface de la Terre, pour produire les *vapeurs* néceſſaires: la Mer, les Lacs, les Rivières, les Fontaines, ſont des ſources ſuffiſantes. Et comme ces maſſes d'*eau* participent plus ou moins à la température générale & conſtante du globe terreſtre; nous n'y trouverons plus une grande différence de chaleur de l'Eté à l'Hiver.

D'ailleurs il reſte toûjours une grande quantité d'eau fluide.

690. Je vais plus loin, & je crois qu'il peut arriver dans certaines circonſtances, qu'il y aît plus d'évaporation en Hiver qu'en Eté. Je ne parle pas d'une petite quantité de liqueur expoſée à l'air dans un vaſe; ni de toute autre maſſe d'eau, que l'air peut réduire à ſa température: c'eſt pour ce cas là que j'ai dit ci-deſſus, qu'il y a moins d'évaporation en Hiver qu'en Eté; & cela eſt certain. Mais le contraire arrivera, ſi la liqueur eſt à une température conſtante. On ſait que les liqueurs échauffées, s'évaporent d'autant plus promptement, que l'air environnant eſt moins chaud. Les diſtillations ſe font avec beaucoup plus de ſuccès en Hiver qu'en Eté; & ſi la température de l'air eſt trop chaude, on ſe ſert de l'eau *fraiche* & même de la glace pour accélérer la diſtillation. Les eaux thermales s'évaporent beaucoup plus en Hiver qu'en Eté; ſoit parce que leur température eſt à peu-près conſtante, & que le *feu* dont elles ſont pénètrées s'échappe plus abondamment quand l'*air* eſt moins chaud; ſoit parce que les *vapeurs* qui s'en détachent, s'élèvent d'autant plus aiſément, que la différence de leur peſanteur ſpécifique à celle de l'air, augmente quand celui-ci eſt moins dilaté par la *chaleur*.

Et la chaleur des grandes maſſes d'eau augmente en Hiver, rélativement à la température de l'Atmoſphère.

Conſidèrons maintenant les principales ſources des *vapeurs*; ſavoir la Mer, les Rivières & les Lacs. Je ſais que la température extèrieure les affecte, & que leurs

 eaux

eaux sont moins chaudes en Hiver qu'en Eté, dans le sens absolu. Mais comme elles participent aussi à la température de la Terre ; il est certain que leur degré de *chaleur* augmente, rélativement à l'air extérieur. Ensorte que l'effet de cette augmentation rélative, peut se compenser avec celui de la diminution absoluë, & même le surpasser dans certains cas. Nous aurons donc des *vapeurs* en toute saison ; parce qu'il y aura toûjours assez de *chaleur* pour les produire.

IIIme. Prop. *Les vapeurs indiquent elles-mêmes que le feu est leur véhicule.*

691. La troisième proposition que je dois démontrer, c'est que *nous trouvons dans les vapeurs elles mêmes, des preuves que le feu est leur véhicule.* Je pourrois alléguer un grand nombre de Phénomènes en faveur de cette proposition ; mais je me bornerai aux suivans.

Condensation des vapeurs sur les vases pleins de liqueur fraîche.

692. Si l'on expose dans l'air un vase plein d'une liqueur, dont le degré de *chaleur* soit beaucoup moindre que celui de l'air environnant ; l'extérieur du vase se couvre d'eau, qui s'écoule en quantité plus ou moins grande, suivant la quantité des *vapeurs* qui sont répandues dans l'air, & la différence de *chaleur* entre ces *vapeurs* & la liqueur du vase. On voit manifestement dans ce Phénomène ; que les *vapeurs* se condensent, parce que le *feu* qui les dilatoit s'insinuë dans le vase & dans la liqueur qu'il contient. Cette condensation ne se fait pas, quand la différence de *chaleur* entre la liqueur & l'*air*, n'est pas assez grande ; parce que dans ce cas, la liqueur peut acquérir le degré de *chaleur* de l'air, sans dépouiller les *vapeurs* de leur *feu*, au point de les condenser sur le vase.

Refroidissement des liqueurs par l'évaporation.

693. Le second Phénomène dont je veux parler, se modifie en plusieurs manières. On se sert communément en Espagne pour *rafraichir* l'eau, d'une espèce de vases faits de terre poreuse, au travers de laquelle l'eau suïnte sans cesse. L'effet attendu, & qui ne manque pas d'arriver quand on expose le vase à un courant d'*air* ; c'est que l'eau qui reste dans ces vases, devient plus *fraiche* que l'air dont elle est environnée. Les matelots font *rafraichir* leur boisson dans des bouteilles qu'ils suspendent aux cordages des vaisseaux, & qu'ils mouillent fréquemment. Un Thermomètre plongé dans

dans une liqueur & retiré alternativement, descend au-dessous de la température de cette liqueur ; & l'abaissement du Thermomètre est d'autant plus grand, que la liqueur est plus évaporable.

Tous ces Phénomènes, qui sont de même espèce, s'expliquent très aisément par la plus grande *évaporation*, qui est manifeste dans les trois cas que j'ai cité. Or si la quantité de *feu* que renferme une liqueur, diminuë lorsqu'on fait augmenter artificiellement l'*évaporation*, soit de la masse même de la liqueur, soit autour du vase qui la renferme ; c'est une preuve que l'*évaporation* se fait par le moyen du *feu*.

694. Le troisième Phénomène est d'une autre nature : je l'observai le 30 Mai 1756, à la plus haute de mes Stations sur la montagne de *Salève*. L'air étoit très pur vers le lever du soleil, & il demeura dans cet état jusqu'à huit heures du matin. Je vis alors quelques nuages parsemés dans l'air, sans m'être apperçu qu'ils eussent été apportés par le vent : il avoit été le matin à l'*Est*, il passa ensuite au *Nord-Est*, & enfin au *Nord* ; mais il fut toûjours très foible. Pendant que je réfléchissois sur l'apparition subite des nuages, je découvris un petit amas de *vapeurs* du côté du *Nord*, à 3 ou 400 *pieds* au-dessous de moi. Je le considérai avec attention ; & je remarquai d'abord, que son volume augmentoit sensiblement, sans qu'il me fût possible d'appercevoir d'où lui venoient ses accroissemens. Je vis ensuite, qu'au lieu de s'abaisser à mesure qu'il grossissoit & qu'il paroissoit même devenir plus dense ; il s'élevoit au contraire. Le vent le poussoit insensiblement vers moi. Il m'atteignit enfin, & m'environna tellement, que je ne vis plus ni le Ciel ni la plaine. Je pensai au même instant à observer mon Thermomètre, qui étoit suspendu en plein air, exposé au soleil, & que j'avois vû auparavant à + 4 $\frac{2}{3}$; je présumois que l'action du soleil étant interceptée par ce nuage, mon Thermomètre devoit baisser, & je fus très surpris de le voir au contraire à + 5 $\frac{1}{2}$. Le nuage qui continuoit à monter obliquement vers le *Sud*, abandonna bientôt le lieu où j'étois : le soleil reparut ; mais malgré son action, le Thermomètre redescendit insensiblement, & se trouva quelque tems après au point

Formation & ascension d'un Nuage plus chaud que l'air environnant.

où

où je l'avois vu avant le paſſage de ces *vapeurs*. Il eſt donc certain qu'elles contenoient plus de *feu*, que l'air dont elles étoient environnées.

Augmentation de chaleur produite par les Brouillards.

695. Je puis ajouter à ce Phénomène particulier, un Phénomène général de même eſpèce, qu'on obſerve dans tous les lieux qui ſont ſujets aux *brouillards* par le voiſinage d'un *Lac*, ou de quelque Rivière conſidérable. Sur la fin de l'Automne & au commencement de l'Hiver, ſi l'*air* eſt calme pendant quelque tems; ſa chaleur diminuë, par la diminution de hauteur & de ſéjour du ſoleil ſur l'horizon. L'*air* qui dans cette ſaiſon eſt aſſez pur, ne reçoit qu'une petite quantité de la chaleur dont la terre & l'eau ſont encore pénétrées : s'il reſte ſerein pendant quelque tems ; la *chaleur* continuë à diminuer au-delà du terme de la congélation. Mais quand la différence de chaleur de l'eau à l'*air* eſt parvenuë à ce point; elle produit un effet, qui rapproche bientôt ces températures. Le *feu* ſortant de l'eau avec rapidité, en détache des *vapeurs* épaiſſes, c'eſt-à-dire des *brouillards*, qui ſe mêlant à l'air, le réchauffent aſſez pour faire ceſſer la gelée (*a*).

Formation du Givre.

696. Si le degré de *chaleur* de l'air avant la formation des *brouillards*, a été aſſez long-tems au deſſous de la congélation, pour que les corps ſolides aient perdu beaucoup de leur *chaleur*; ou ſi les *brouillards* ne ſont pas aſſez *chauds* pour faire ceſſer la gelée; ils forment alors le *Givre*, qu'on remarque particuliérement ſur les arbres & ſur les plantes à la campagne. Les *brouillards* ſe condenſent & ſe congèlent ſucceſſivement ſur ces corps, & par cette ſucceſſion ils produiſent une ſorte de filagrame très agréable à la vuë, ſoit dans les maſſes, ſoit dans les détails. Cependant malgré ces *frimats*, qui ſemblent annoncer que l'*air* eſt très *froid*; il ne l'eſt jamais autant, toutes choſes d'ailleurs égales, quand il eſt mêlé de *brouillards*, que lorſqu'il eſt ſerein.

Erreur de nos ſens ſur la température de l'air humide.

697. Il eſt vrai que ſi nous ne pouvions juger du degré de chaleur de l'*air*, que par l'impreſſion qu'il fait ſur nous; nous porterions ſouvent jugement contraire. Mais c'eſt-là une

(*a*) Voyez la note du § 724.

une sorte d'erreur de nos sens, ou du moins une interprétation erronée d'une sensation réelle, qui devient une nouvelle preuve de ma prémière proposition; c'est-à-dire de la grande affinité du *feu* avec *l'eau*. L'air peut se trouver au même degré de *chaleur*, en deux lieux différemment *humides*. Si l'on y transporte des Thermomètres tirés d'un lieu plus *chaud*; celui qui sera placé dans l'endroit le plus *humide*, baissera plus promptement que l'autre; mais ils s'arrêteront tous deux au même point, & par conséquent ils marqueront une *chaleur* égale. Mais nous ne porterions pas le même jugement; & nous trouverions sûrement, le lieu le plus *humide*, moins *chaud* que l'autre; parce que nous avons une cause interne de chaleur qui fournit continuellement à la déperdition extérieure; & que plus cette cause, quelle qu'elle soit, est obligée d'agir, plus nous éprouvons le sentiment du *froid*. C'est ce qui arrive dans l'air *humide*, à cause de la quantité de *chaleur* qu'il absorbe. Cette sensation est aussi plus ou moins excitée; suivant l'efficace des organes qui produisent la chaleur naturelle; & par conséquent tous les hommes n'éprouvent pas la même sensation à cet égard, quoique dans les mêmes circonstances.

L'air humide nous fait dissiper une plus grande quantité de *chaleur naturelle* que l'air sec.

698. Un autre effet que les *brouillards* produisent dans la température de l'air; c'est qu'elle change moins, par la différence du jour à la nuit: parce que les *brouillards*, qui contribuent le plus alors à déterminer cette température, ont toûjours à peu-près le même degré de *chaleur*.

Constance de la température pendant les Brouillards.

699. Enfin les changemens qui arrivent dans le degré de *chaleur* de la couche d'air occupée par les *brouillards*, n'ont point lieu sur les montagnes. L'air y reste serein & *froid*, surtout pendant la nuit. Car durant le jour, le soleil qui ranime toûjours la nature, produit alors sur le penchant des coteaux tournés au midi, la température du Printems.

Les effets qu'ils produisent dans la partie inférieure de l'Atm. qu'ils occupent, ne s'étendent pas à une plus grande hauteur.

Par-tout ce que je viens de dire sur ce sujet, il me paroît démontré; que *les vapeurs nous indiquent elles-mêmes leur véhicule, qui est le feu.*

700. Si *les vapeurs visibles sont plus légères que l'air*; on doit en conclure par analogie, que les *vapeurs invisibles* le sont aussi. J'établirai cette analogie, après que j'aurai démontré, que les *vapeurs*

4me. Prop. *Les vapeurs visibles sont plus légères que l'air.*

peurs visibles sont en effet plus *légères* que l'*air*. C'est d'abord ce que l'ascension du nuage qui réchauffa mon Thermomètre sur la montagne (694), prouve clairement, sans que je m'arrête à le montrer: je passe donc à des nuages d'une autre espèce.

L'air ne dissout pas l'eau à la façon des menstrues.

701. J'ai vû très-souvent du sommet des montagnes, au lever du soleil, en jettant les yeux sur la plaine, qu'il sortoit des *vapeurs visibles* des Lacs, des Fleuves & des marais, & que ces *vapeurs* s'élevoient peu-à-peu; quelques fois verticalement, d'autres fois & le plus souvent, en suivant des lignes différemment inclinées, selon la direction des courants de l'air. Ce Phénomène prouve d'abord, que l'air ne dissout pas l'eau, à la façon des menstrues; car si cela étoit, ces *vapeurs* ne sortiroient pas de l'eau, au moment où l'air est le moins échauffé; c'est-à-dire, lorsqu'il doit avoir une moindre vertu dissolvante. Et en supposant même que les *vapeurs* peuvent s'élever par cette cause; l'air devroit les dissoudre entièrement: puisqu'il les environne de toutes parts, & qu'elles lui présentent une infinité de surfaces. Or ces vapeurs sortent de l'eau & s'élèvent dans l'air, sans perdre de leur volume. Ainsi la dissolution proprement dite, n'est point la cause de l'ascension des *vapeurs*; & ce même Phénomène commence ma preuve de leur *légèreté* rélative: en voici une autre qui la fortifiera.

Inflexion des vapeurs quand elles trouvent des obstacles à leur ascension.

702. Le Phénomène dont je veux parler, se présente tous les jours à nos yeux de mille manières: j'en choisirai un seul exemple. On renferme pour l'ordinaire les eaux thermales sous une voute ou dans quelqu'autre espèce de bâtiment. La *vapeur* qui sort de ces sources, s'élève d'abord verticalement, & s'appuïe contre la voute: celle qui succéde pousse horizontalement celle qui la précéde, jusqu'à ce que celle-ci trouve quelque issuë: dès qu'elle est libre, elle s'élève comme auparavant. Je ne vois point de différence entre ce Phénomène, & celui que nous montreroit une colonne d'huile, qui s'élevant du fond de l'eau, trouveroit un obstacle sur sa route.

Les brouillards ne s'élevent pas ordinairement au-delà de 300 toises, parce

703. Quand l'air est chaud, il s'élève bien rarement des *vapeurs visibles* naturelles; & celles qui sont produites par des causes particulières, comme par l'ébullition de l'eau, ou par les sources chaudes, ne sont pas abondantes; parce que

que les *vapeurs invisibles* qui s'élèvent de ces mêmes eaux, le sont davantage: & les prémières, cessent même bientôt d'êtres visibles; en se raréfiant toûjours plus, à mesure qu'elles montent dans l'air. Cette seconde évaporation des *vapeurs visibles*, qui a lieu quand l'air est chaud, ne se fait point dans les *brouillards*, tant que l'air n'est pas réchauffé par quelque cause nouvelle; & même jusqu'alors les *brouillards* s'élèvent peu. Tantôt ils reposent sur la plaine; & s'ils sont abondans, ils y forment une couche de 50 à 60 toises d'épaisseur: en d'autres circonstances ils s'élèvent & obscurcissent la plaine comme le feroient des nuages. Mais cette couche ne s'élève guères plus de 300 *toises*; & l'air reste serein au-dessus. Or la raison pour laquelle cette espèce de *vapeur* ne s'élève pas fort haut, est bien évidente: c'est que la grande différence de *chaleur* entre l'air & l'eau d'où elles s'élèvent, fait que le *feu* sortant de l'eau avec plus de rapidité; il en détache des molécules trop grosses, pour former avec lui un tout beaucoup plus *léger* que l'air inférieur.

qu'ils sont trop pesans.

704. Si l'air se réchauffe par la seule action du soleil, les *brouillards* se dissipent: & l'air reste serein. Mais si ce changement de température vient d'un vent de *Sud* ou de *Sud Ouest*: les *brouillards* s'élèvent, & forment des *nuages*. Cette ascension est ordinairement un signe de pluïe, & le Baromètre baisse en même tems (a).

Ils se dissipent quand l'air se réchauffe sans cesser d'être sec.

Ils s'élèvent & forment des nuages quand l'air devient en même-tems *chaud & humide*.

705. Je n'ajouterai plus qu'un seul exemple à ceux que je viens de citer; je le tiens de mon frère qui l'a observé aux volcans d'Italie. Quand l'air est calme; ou que son agitation n'est pas grande; les *exhalaisons* qui sortent du *Vésuve*, de *Vulcano* & de *Stromboli*, s'élèvent jusqu'à une certaine hauteur, & s'étendent ensuite horizontalement, du côté où le courant de l'air les détermine. Cette couche horizontale sert de Baromètre aux habitans du Païs; elle s'élève ou s'abaisse (toutes choses d'ailleurs égales) comme le mercure monte ou descend dans le Baromètre. C'est-là une preuve bien évidente, que ces *exhalaisons* ne s'élèvent, que par la différence de leur pesanteur spécifique, avec celle de l'air; puisque si la densité

(a) Voyez la Note du § 724.

de l'air diminuë ; la couche d'*exhalaisons* s'abaisse ; & réciproquement.

Objection tirée de l'impulsion que peuvent recevoir ces exhalaisons.

706. On dira peut-être que les *exhalaisons* des volcans, sont poussées dans l'air par la même force qui lance quelquefois des pierres embrasées ; & que ces *exhalaisons* étant parvenues à une certaine hauteur par cette impulsion, s'y soutiennent par la résistance qu'elles éprouvent à traverser l'air pour redescendre. Mais ce qui arrive à l'*Ætna*, & que mon frère a observé très distinctément, prévient cette difficulté. Ce Volcan est d'une hauteur telle, que malgré la chaleur du climat où il est situé, son sommet demeure très souvent couvert de neige pendant tout l'Eté. Par cette grande élévation, la bouche du Volcan atteint une Région, où l'air n'est pas assez dense pour soutenir les *exhalaisons* qui en sortent : & tandis qu'à *Vulcano*, au *Vésuve* & à *Stromboli*, elles s'élèvent en sortant de leur sommet ; à l'Ætna au contraire elles s'abaissent, & redescendent le long de la Montagne ; jusqu'à ce qu'étant parvenues dans une couche d'air à peu-près de même pesanteur spécifique qu'elles, elles s'étendent horizontalement. Le point où ces *exhalaisons* cessent de descendre, varie, comme celui où les *exhalaisons* de *Vulcano*, de *Stromboli* & du *Vésuve* cessent de monter ; ils dépendent l'un & l'autre, du plus ou moins de densité de l'air.

Reponse : les exhalaisons de l'Ætna, Volcan, très élevé, s'abaissent plus ou moins suivant le degré de densité de l'air.

Analogie des vapeurs visibles & invisibles, quant à la *légéreté*.

707. Dans les Phénomènes que je viens de rassembler, on a vu des *vapeurs* & des *exhalaisons* qui s'élèvent dans l'air, parce qu'elles pèsent moins que ce fluide. Il ne s'agit donc plus que de prouver leur analogie à cet égard, avec les *vapeurs invisibles*. Et cela même n'est plus nécessaire, puisqu'il est démontré ; que l'eau des *vapeurs*, le souffre & les sels des *exhalaisons*, étant réunis au *feu*, deviennent moins pesans que l'*air*. On a vû outre cela, par-tout ce que j'ai dit précédemment, que le *feu* est l'agent principal dans l'évaporation ; il n'y a donc entre les deux cas aucune différence que du plus au moins. Or il est aisé de concevoir, que si la chaleur du fluide qui s'évapore, est beaucoup plus grande que celle de l'*air* ; elle produira une *évaporation visible* ; parce que le *feu* sortant plus rapidément, enlèvera des molécules plus grosses : leur grosseur & la quantité de *feu* dont elles seront

Cause de leur différence quant à la *visibilité*.

feront pénétrées, faciliteront leur aſcenſion ; elles monteront donc avec rapidité dans l'air, ſans ſe mêler avec lui. Mais ſi la différence de *chaleur* entre l'eau & l'air, ſe trouve moindre ; ſi elle devient même contraire, comme il arrive en Eté dans les grandes maſſes d'eau ; le fluide igné agira alors par ſa ſeule agitation, & non comme un *courant* : les particules qu'il détachera de l'eau, feront plus petites ; elles ſe mêleront plus intimément à l'air, & n'altéreront pas ſa tranſparence.

Remarques ſur l'évaporation dans le *vuide*.

708. On objectera peut-être contre l'aſcenſion des *vapeurs* par leur moindre peſanteur ſpécifique rélativement à l'air, l'évaporation des liqueurs dans le *vuide*. Mais c'eſt-là un Phénomène d'une autre eſpèce. Le *feu* s'élance très aiſément dans le *vuide* ; on voit le *fluide électrique* s'y porter avec abondance ; il remplit les vaſes dont on a pompé l'air, dès qu'on les préſente au *conducteur* de la machine. L'air eſt très rarefié dans de grands fourneaux tels que ceux des Verreries ; cependant on ſait avec quelle violence la matière du feu agit ſur tout ce qu'on introduit dans ces fourneaux. Bien loin donc que le *fluide igné* ait beſoin de l'air pour ſortir des corps qui le renferment ; il s'échappe au contraire avec plus d'impétuoſité, quand on le délivre de cet obſtacle : & ſi ces corps ſont de nature à être facilement diviſés ; il en détache des particules, qu'il entraîne avec lui. Mais il eſt très probable, & M. *Homberg* l'a déjà remarqué, (Mem. de l'Ac. année 1693) que le *feu* laiſſeroit échapper les particules d'eau qu'il a ſéparées de la maſſe dont il eſt ſorti, ſi les récipiens vuides d'air, avoient aſſez de hauteur : comme il abandonne les particules viſibles de cuivre & de plomb, qu'il détache par ſes élancemens lorſque ces métaux ſont dans une forte fuſion.

J'aurois pu porter toutes ces propoſitions à un plus grand degré d'évidence, ſi j'étois entré dans de plus grands détails. Je crois cependant en avoir dit aſſez, pour qu'il me ſoit permis de poſer comme un principe certain ; que *les vapeurs s'élèvent dans l'air, parce qu'elles ſont ſpécifiquement moins peſantes que ce fluide.* Je vais maintenant examiner l'effet qu'elles doivent opérer dans l'Atmoſphère.

Cause principale des variations du Baromètre.

La résistance qu'oppose l'air à la séparation de ses parties fait obstacle à l'ascension des vapeurs.

709. Il se fait une continuelle *évaporation* de l'eau de la mer, & les *vapeurs* qui en sortent s'élèvent dans l'air par leur *légèreté* : mais en même tems, leurs particules sont si petites, qu'elles sont arrêtées dans leur ascension, quand la différence entre leur pesanteur spécifique & celle de l'air, n'est plus assez grande pour surmonter la résistance qu'oppose ce fluide à la séparation de ses parties ; où ce qui revient au même, elles sont retenues par le frottement qu'elles éprouvent dans l'air. Je pourrois peut-être me dispenser de m'arrêter sur ce point, qu'il est difficile de ne pas admettre ; cependant comme il est fondamental dans mon hypothèse, je crois devoir prévenir les objections, en donnant un exemple de la difficulté qu'éprouvent les fluides mêlés ensemble, à se ranger dans l'ordre qu'exigeroit leur pesanteur spécifique.

Exemple tiré de l'ascension de l'air dans le mercure.

710. Lorsqu'on remplit un Baromètre, il arrive le plus souvent, qu'un grand nombre de petites bulles d'air restent engagées dans le mercure, & sur-tout entre le mercure & le verre. Je ne considère ici que les bulles visibles par leur grosseur : cependant la quantité d'air qui sort du mercure quand on le fait bouillir, & l'augmentation de sa pesanteur spécifique après cette opération, deviendront une nouvelle preuve. Ces bulles d'air qui sortent du mercure, sont bien moins pesantes que lui. Cependant comme leur surface est très grande, rélativement à leur volume, le frottement qu'elles éprouvent contre le mercure, empêche qu'elles ne puissent s'en dégager : quelquefois même les secousses qu'on donne au tube, ne font qu'augmenter la résistance, en les divisant de plus en plus. Mais si ces bulles sont en grand nombre, & peu distantes les unes des autres, les secousses produisent un effet contraire : les bulles voisines se réunissent, & leur surface totale diminuant par ce moyen, elles se dégagent avec plus de facilité. On les voit alors s'élever à chaque secousse ; les plus grosses font le plus de chemin, elles atteignent les plus petites & les absorbent ; & lorsqu'elles se sont accrues suffisamment, par leur réunion avec celles qu'elles ont rencontrées dans leur chemin ; elles s'élèvent & s'échappent d'elles-mêmes

sans

sans qu'on agite le mercure. Les particules invisibles d'air mêlées avec le mercure dont on remplit le Baromètre, acquiérent la même force quand on le fait bouillir. Lorsqu'elles sont dilatées par l'action du feu, leur surface diminuë rélativement à leur volume, qui augmente; elles s'unissent les unes aux autres, & deviennent visibles. En cet état elles montent dans le mercure: mais elles s'arrêtent bientôt, quand elles sont hors de l'action du feu, & qu'elles se condensent en communiquant au mercure une partie de leur chaleur: enfin elles ne se dégagent totalement, que par le concours de celles qui s'élèvent continuellement par l'action du feu.

L'air mêlé de vapeurs est plus léger que l'air pur.

711. Les *vapeurs* qui montent dans l'Atmosphère, éprouvant de la résistance; y sont donc aussi arrêtées plutôt, que ne l'exigeroit leur pesanteur spécifique considérée seule. Par conséquent l'air renferme alors un *fluide* spécifiquement moins pesant que lui. Il suit de là, qu'une colonne d'air qui renferme des *vapeurs*, doit moins peser que les autres colonnes; & que partout où les vents portent une grande quantité d'air *mêlé de vapeurs*, le Baromètre doit baisser.

Il doit donc moins peser sur le Baromètre.

Newton avoit déjà pensé que l'air mêlé de vapeurs pesoit moins que l'air pur.

712. J'ai lieu de croire que *Newton* avoit eu la même idée: on trouve du moins, dans son *Traité d'Optique*, un passage où ce grand Physicien pose en fait, ce que je viens d'expliquer. C'est à l'occasion de son hypothèse sur la production d'un nouvel air dans la dissolution des corps: il pensoit; que les particules des corps solides, qui dans le contact étoient le plus fortement adhérentes, étant une fois séparées par la fermentation ou par une grande chaleur, se repoussoient & s'éloignoient avec le plus de force, & dévenoient plus difficiles à rapprocher: ce qui produisoit selon lui un *véritable air permanent*. » Et parce que, dit-il, les particules de l'air permanent sont plus grosses que celles des vapeurs, & proviennent de substances plus denses que celles qui produisent » les vapeurs, *le véritable air est par cela même plus pesant* » *que les vapeurs*; & *une Atmosphère humide est plus legère* » *qu'une Atmosphère sèche; à quantités égales* » (*a*). Je n'examine

Son hypothèse sur la production d'un nouvel air par la dissolution des corps solides.

Différence de cet air avec les vapeurs, il pese plus.

(*a*) *Traité d'Optique* Tom. I, liv. 3, Question 31me: Traduction de Coste, Amst. 1720, Tom. I. pag. 567.

mine pas l'hypothèſe ; j'ai voulu ſeulement montrer par ce paſſage (qui n'eſt accompagné d'aucune autre explication) que *Newton* alléguoit comme un fait dont il ne penſoit pas qu'on pût douter, que *l'air mêlé de vapeurs pèſe moins que l'air pur.*

C'eſt-là le principe d'où découleront très naturellement les explications des divers Phénomènes du Baromètre. Mais il faut lever auparavant une difficulté, qui juſqu'ici a paru très embaraſſante.

Contradiction apparente entre l'augmentation de maſſe que produiſent les vapeurs dans l'Atmoſphère & les variations du Baromètre.

713. Les *vapeurs* qui montent dans l'Atmoſphère, ſont une nouvelle matière ajoutée à ſa maſſe ; qui par conſéquent doit augmenter ſon *poids*. C'eſt ce qui a été l'écueil de pluſieurs des Phyſiciens qui ont cherché à expliquer les variations du Baromètre. Cette addition de matière, étant une cauſe très réelle de changement dans le *poids* de l'Atmoſphère ; ils ont eſſayé d'expliquer par ſon moyen, pourquoi le mercure monte & deſcend dans le Baromètre : malgré l'obſervation, qui nous montre ; que pour l'ordinaire, quand le mercure deſcend, & nous indique par là que l'air pèſe moins, c'eſt alors que l'Atmoſphère contient le plus de *vapeurs*, puiſque la pluïe eſt prochaine.

Cette contradiction s'explique par le peu d'augmentation qu'éprouve réellement la maſſe de l'Atm. par les vapeurs.

Cette contradiction apparente, entre une cauſe certaine, & des Phénomènes inconteſtables qui lui ſont oppoſés ; s'explique fort aiſément par le peu d'effet que cette cauſe produit réellement : c'eſt-à-dire, par la petite quantité dont la maſſe totale de l'Atmoſphère eſt augmentée, quand elle a reçu les *vapeurs* qui doivent former la pluïe.

La quantité d'eau que donne la pluïe nous montre celle dont la maſſe de l'Atmoſphère avoit été augmentée par les vapeurs.

Après une pluïe aſſez forte, qui a duré tout un jour, nous n'avons guère au-delà d'un *pouce* d'eau ; ce qui fait à peu-près l'équivalent d'une *ligne* de mercure. Par conſéquent, c'étoit là toute l'addition de poids qu'avoient reçu les colonnes d'air qui renfermoient la matière de la pluïe. Le mercure auroit ſûrement indiqué cette addition, en montant d'une *ligne* dans le Baromètre ; ſi elle avoit été univerſelle ; & que par conſéquent l'équilibre ſe fût maintenu entre les colonnes de l'Atmoſphère. Mais il pleut dans un lieu, tandis qu'il s'élève des *vapeurs* dans l'autre : ainſi la quantité de matière ne doit pas changer ſenſiblement dans l'Atmoſphère.

L'augmentation occaſionnée par l'addition des va-

Ce

Ce n'est donc pas à des changemens dans la quantité de matière, que sont duës les variations d'un & même des deux *pouces* dans le Baromètre ; & par conséquent ce n'est pas à cette cause que les Phénomènes doivent être comparés. Voilà qui détruit la contradiction apparente.

peurs dans un lieu, se compense avec la soustraction de la pluïe dans un autre.

714. Des changemens particuliers dans le volume de l'air, auront plus de liaison avec l'expérience, par la nature & l'intensité de leurs effets. Cette petite quantité d'eau, réduite en *vapeur*, qui augmente peu la masse de l'Atmosphère, augmente beaucoup le volume des colonnes où elle monte. Ces colonnes se versent sans cesse sur leurs voisines : & comme la matière qui leur reste est spécifiquement moins pesante que l'air pur ; elles pèsent moins que celles qui sont composées de cet air, dont le poids augmente encore par l'addition de la matière qui leur vient de colonnes que les *vapeurs* pénètrent.

C'est dans le changement de vol. de l'Atm. par les vapeurs qu'il faut chercher la cause des variations du Baromètre.

Différence de pes. spec. & de poids absolu dans les colonnes, par cette cause.

Lorsque les vents charient cet air mêlé de *vapeurs* ; ou que celles qui s'élèvent des eaux, & de la terre des continens, ont diminué la pesanteur spécifique de certaines colonnes d'air, au point que l'abaissement du mercure y annonce la pluïe ; on apperçoit bientôt que les *vapeurs* en occupent une grande étenduë. Car on les voit se condenser & former des nuages à une grande hauteur : en même tems que les hygromètres font connoître, que la partie inférieure de ces colonnes en est aussi imprégnée. Et dans les grands abaissemens du mercure, la lumière du soleil est presque toûjours interceptée par la seule opacité de l'air, sans qu'on apperçoive des nuages (*a*).

Abondance des vapeurs dans les colonnes sous lesquelles le Bar. baisse.

Les *vapeurs* passant toûjours de bas en haut & se succédant sans intervalle depuis leur source, agissent ainsi sur la partie de l'Atmosphère qui pèse le plus ; & dont par conséquent le changement de pesanteur spécifique doit le plus influer sur la hauteur du Baromètre.

Les vapeurs étant dans les particules plus denses des colonnes, influent sensiblement sur leur poids.

Il est difficile de déterminer jusqu'à quelle hauteur les *vapeurs* pénètrent l'Atmosphère : mais on ne peut douter qu'elles ne s'élèvent prodigieusement, & d'autant plus que la chaleur est plus grande. La

Elles peuvent s'élever fort haut.

(*a*) Voyez la note du §. 724.

La grêle peut être formée par des vapeurs qui s'élèvent dans une région très froide.

La formation de la *grêle* en Eté, pourroit devenir une preuve de la prodigieuse hauteur où les *vapeurs* s'élèvent, si l'on admettoit, ce qui me paroît probable, qu'elle est duë à la chute de *vapeurs*, qui, par la prodigieuse élévation où elles parviennent, perdent assez de chaleur pour se geler & faire geler autour d'elles les *vapeurs* qu'elles rencontrent dans leur chute. Le noyaux neigeux que chaque grain de *grêle* renferme, paroît un indice de cette formation : car l'eau qui se gêle dans l'état de *vapeur*, produit la neige; & il est aisé de concevoir, qu'un flocon de neige peut être tellement privé de chaleur, qu'il absorbe celle d'une quantité d'eau égale à un grain de grêle, au point de la faire geler.

La neige couvre les plus hauts Pics des Cordelières.

Mais sans avoir recours à cette formation de la *grêle* pour prouver que les *vapeurs* s'élèvent fort haut; il suffit de considérer, que les plus hauts Pics des *Cordelières* sont couverts de neige, & que les nuages les surmontent de beaucoup: or un de ces Pics, nommé *Chimbo-raço*, est élevé de 3200 toises (*a*) : & si l'on pouvoit y porter le Baromètre, le mercure baisseroit au moins des $\frac{4}{7}$ de sa hauteur au bord de la mer; car il ne s'y tiendroit plus qu'à 12 *pouces*.

Je conclus donc, que les *vapeurs* pénétrent l'Atmosphère en assez grande quantité, & dans une étenduë suffisante, pour qu'en diminuant sa pesanteur spécifique par leur mélange, elles produisent les abaissemens ordinaires du Baromètre. Quant aux abaissemens extraordinaires, j'aurai occasion d'en parler dans la suite.

Les vapeurs qui ne sont pas fort échauffées affoiblissent le ressort de l'air.

715. Si les *vapeurs* répanduës dans l'Atmosphère ne sont pas dilatées par une grande chaleur, elles affoiblissent le ressort de l'air. C'est ce que M. *Bouguer* reconnut à *Popayan*, Ville située dans l'intérieur de la *Cordelière*, à une moindre élévation que *Quito*. *La densité de l'air*, dit ce célébre Académicien, *n'y conservoit plus le même rapport avec la hauteur du mercure; elle étoit trop grande à proportion. Je trouvai*, ajoute-t-il

(*a*) M. de la Condamine dans sa *mesure des trois prémiers degrés du Méridien &c.* donne la *hauteur des montagnes les plus remarquables de la Province de Quito, dont les sommets sont couverts de neige*: La plus haute de ces montagnes est *Chimbo-raço*, qui est un Volcan, de même que la plûpart des plus hauts Pics de la double chaine qui borde cette Province.

t-il, *dans les circonstances locales une explication naturelle de ce que j'observois: le païs qui est en partie couvert de bois; n'a presque pour sol que de l'argile pénétrée d'eau; il n'est donc pas surprenant que l'air qui s'en élevoit par la chaleur, se trouvât moins élastique que dans les Postes plus découverts, plus hauts & moins humides*. (Mem. de l'Ac. année 1753).

Mais moins qu'elles ne diminuent sa pésanteur spécifique.

La densité d'une colonne d'air mêlé de *vapeurs* augmente donc davantage de haut en bas, que celle d'une colonne d'air pur; quoique le poids total de la prémière colonne diminuë: parce que dans une certaine température, les *vapeurs* diminuent plus la pesanteur spécifique de l'air, qu'elles n'affoiblissent son ressort: ensorte que toutes choses d'ailleurs égales, & en supposant que l'air est peu chaud; la *différence* de hauteur du mercure dans le Baromètre observé en deux postes différemment élevés, doit être plus grande, quand l'air est imprégné de *vapeurs*, que quand il ne l'est pas. C'est ce qu'indiquent les expériences dont j'ai fait mention dans le commencement de ce Chapitre (*666, 669*).

Les vapeurs échauffées augmentent le ressort de l'air.

716. Mais s'il fait fort chaud; les *vapeurs* doivent produire un effet contraire. On sait à quel point des *vapeurs* chaudes écartent & chassent l'air dans les *pompes à feu*, puisqu'on y fait le *vuide* par ce moyen. Si donc les *vapeurs* répanduës dans l'air sont fort dilatées par la chaleur; elles acquierrent plus de force que l'air même, pour résister à la compression; ou du moins, sous le même volume, elles ont moins de densité que l'air, par le même poids comprimant. Une colonne d'air mêlée de *vapeurs* doit donc alors être moins dense, par le même poids comprimant; que si elle étoit d'air pur; & les abaissemens du mercure, calculés d'après le principe, que les densités de l'air sont proportionnelles aux poids qui le compriment, doivent donner les *hauteurs* trop petites. C'est ce qui résulte aussi de mes expériences (*669*).

Les variations qu'éprouve la portion de colonne mesurée, ne peuvent pas toûjours être indiquées par le Baromètre.

Mais lorsque j'ai fait ces expériences, je n'avois que l'observation même de la hauteur du mercure, plus ou moins grande dans le même lieu, pour connoître l'état de l'air quant aux *vapeurs*: & la hauteur du mercure ne peut indiquer à cet égard l'état de la portion de colonne qu'on mesure, qu'en tant que cette portion seroit, à ce même égard, dans l'état

Bb 2 moyen

moyen de la colonne totale qui pèse sur le Baromètre. Or par des causes que j'indiquerai dans la suite, les *vapeurs* ne sont pas toûjours également répanduës dans toute la hauteur d'une colonne ; & la quantité des *vapeurs* peut changer en *plus* ou en *moins* dans la colonne totale, sans qu'il se fasse un changement semblable dans la portion mesurée ; il peut même s'y faire des changemens opposés. L'indication du Baromètre ne suffit donc pas pour faire connoître l'état de la colonne d'air qu'on mesure, quant à la quantité de *vapeurs* qu'elle contient ; & par conséquent on ne doit pas trouver constamment un même rapport, entre les variations du Baromètre & du Thermomètre, & celles de la densité de cette portion de colonne. C'est ce qui résulte encore de mes expériences.

Telles sont les exceptions que les *vapeurs* doivent naturellement produire dans la mesure des *hauteurs* par le Baromètre ; & ce sont ces exceptions mêmes, que j'ai cru remarquer, qui m'ont conduit à croire ; que le mercure s'abaisse dans le Baromètre sédentaire, quand les *vapeurs* se mêlent à l'*air*. Je reviens aux autres preuves que les Phénomènes nous fournissent de la liaison de ces deux choses.

Nouvelles preuves de la présence des vapeurs dans l'air, quand le Barom. baisse.

717. Les hygromètres dont j'ai parlé ci-devant, ne sont pas les seules preuves que fournit l'observation, de la présence des *vapeurs* dans l'air, quand le Baromètre baisse ; bien d'autres Phénomènes, auxquels on fait moins d'attention, concourrent à la prouver.

Pellicule verte sur les eaux croupissantes.

Les gens de campagne ont plusieurs signes auxquels ils reconnoissent que la pluïe est prochaine ; & ces signes dépendent tous de l'*humidité* de l'air : je ne parlerai que d'un seul, qu'ils m'ont fait remarquer plus d'une fois. C'est que les mares & d'autres eaux dormantes, se couvrent alors d'une pellicule verte. Or cette pellicule est formée par un amas de petites plantes aquatiques mucilagineuses, qui croissent à la surface de l'eau, & qui ont besoin du contact de l'air, comme plusieurs autres plantes de cette espèce ; mais vraisemblablement d'un air *humide*.

Différence dans le manège des animaux.

Ceux qui font attention aux divers manèges des animaux, en

en divers tems, trouvent dans leurs différences des indices de pluïe ; par la nature de leurs travaux, par les inquiétudes qu'ils témoignent, par la différence de leurs cris, & par les précautions qu'ils prennent pour se mettre à l'abri de la pluïe, ou en état de la supporter sans danger. C'est une chose connuë, & surtout chez les oiseaux.

Des oiseaux surtout.

Par là ils indiquent, que l'air agit sur eux d'une manière particulière, quand la pluïe est prochaine. Ce ne peut pas être par la différence de sa pesanteur : car les oiseaux passant fréquemment du haut des montagnes dans les plaines ; éprouvent de bien plus grandes différences de pression. Ce n'est point non plus par la différence de la chaleur : car il pleut à toute température au-dessus de la congélation. Il faut donc que ce soit par une disposition particulière dans l'air même, que les animaux soient avertis : & rien n'est plus propre à produire cet effet sur leurs corps qu'un air plus ou moins *humide*.

718. Nous aurions sans doute les mêmes avertissemens, ou le même instinct que les animaux ; si comme eux, nous étions restés dans l'état de nature. Mais quoique nous ayons beaucoup perdu de cette délicatesse de tact ; que nos vêtemens empêchent l'action immédiate de l'air sur nous ; & que la multitude d'idées qui nous occupent, absorbe presque toûjours les impressions délicates de la nature ; nous ne laissons pas d'appercevoir encore quelques-uns de ces avertissements ; & en les étudiant, nous reconnoîtrons que les *vapeurs* en sont la vraie cause.

Nous ne jugeons pas aussi sûrement qu'eux & pourquoi.

719. On a observé, qu'en hiver, lorsque le *froid* diminuë subitement, c'est un présage de pluïe. Ce changement de température provient quelque fois d'un changement de vent ; souvent aussi il se fait en des tems où l'air paroît calme : & dans l'un & l'autre cas, ce sont les *vapeurs* qui se répandent dans l'air, & qui communiquent aux corps insensibles & aux nôtres, le feu qu'elles contiennent.

En hiver nous sentons l'air plus chaud quand il doit pleuvoir.

Les vapeurs produisent cet effet.

720. Quelque fois aussi nous sentons en Eté une augmentation subite de chaleur, qui présage de même la pluïe, quoi qu'elle ne paroisse pas produite par un changement de vent. Ce sont encore des *vapeurs* répanduës dans l'air, qui arrêtent & fixent dans les couches où elles se trouvent, la

Elles le produisent aussi en Eté.

chaleur qui procède des rayons du soleil : ensorte que ces couches s'échauffent bien davantage, que si elles étoient composées d'air pur (678). Cette chaleur étouffante ne diminuë point, lors même que les nuages sont rassemblés, & que le soleil ne paroît plus. Mais elle cesse bientôt, & une fraicheur quelque fois incommode lui succède, quand il tombe de ces nuages, une pluïe abondante : parce qu'elle absorbe la plus grande partie du *feu* répandu dans l'air, & qu'elle le communique à la terre dans laquelle elle pénétre. Nos corps sont plus sensibles à cette diminution de chaleur que les Thermomètres ; parce qu'il se fait une très grande dissipation de chaleur naturelle dans l'air *humide*, comme je l'ai dit ci-devant (697) (*a*).

Mais une fraicheur incommode succède pour l'ordinaire à cette augmentation de chaleur.

Nous éprouvons quelquefois en Eté une sorte d'accablement qui présage la pluïe.

721. Nous éprouvons souvent aux approches de la pluie, une sensation incommode, provenant de ce que nos membres paroissent accablés d'un fardeau. Ceux qui ne s'occupent pas de réflexions physiques, ne sont point arrêtés dans l'explication de ce Phénomène ; ils disent que l'air est devenu *pesant*. Mais il n'en est pas de même de ceux qui observent le Baromètre, & qui voyent que le poids de l'air a diminué. Ce Phénomène s'explique encore très aisément par l'entremise des *vapeurs*. Elles rélâchent les fibres de nos muscles, qui alors ne peuvent opérer les mêmes mouvemens sans se gonfler davantage (*b*) : il se fait ainsi une plus grande dissipation d'esprits animaux ou de fluide nerveux ; comme il arriveroit si nous étions obligés de faire mouvoir un plus grand poids ; & la sensation est la même.

Il est produit par des vapeurs chaudes répanduës dans l'air.

Douleurs nommées figurément *Baromètres*.

Enfin il y a des gens qui ne sont que trop sensibles aux mêmes changemens d'état de l'air, qui produisent les variations du Baromètre : ce sont ceux qui, par leur constitution, ou par quelque cause antérieure comme foulure, blessure &c., sont

(*a*) Ce que je dis de la diminution de chaleur de l'air occasionnée par la pluïe, & de l'effet qu'elle produit sur notre corps, se prouve aujourd'hui 21me Août 1764. Beaucoup de gens sont auprès du feu à la campagne, où je suis retenu par la pluïe : le Thermomètre est à + 8 ; tandis qu'avant la pluie il étoit à + 22.

(*b*) J'emploie ici le terme de *gonfler* pour fixer les idées ; mais quelque systême qu'on embrasse sur l'action des muscles, il sera toujours vrai, que l'allongement de leurs fibres produit une sensation de fatigue proprement dite. Le meilleur nageur seroit bientôt épuisé, s'il nageoit dans de l'eau tiède.

ſont ſujets au retour de certaines douleurs, auxquelles on donne figurément le nom de *Baromètres*, parce qu'elles annonçent la pluïe. Si la différence du poids de l'air entroit pour quelque choſe dans cet effet; ces douleurs ſe feroient ſentir quand on paſſe de la plaine ſur les montagnes; ſi elles étoient occaſionnées par la différence de chaleur, elles ſuivroient la marche du Thermomètre & ne prédiroient rien. Mais ces douleurs annoncent la pluïe, à toute hauteur & dans toute ſaiſon. Il faut donc chercher leur cauſe dans des changemens d'une autre eſpèce, auxquels l'air doit être ſujet. une circonſtance nous conduit à cette cauſe; c'eſt l'*humidité* locale, qui réveille ces douleurs, comme l'approche de la pluïe. Voilà donc une autre eſpèce d'*hygroſcope*, qui, le plus ſouvent d'accord avec le Baromètre, nous indique encore; que quand l'air devient moins peſant, il eſt auſſi plus *humide*. Je parlerai bientôt des exceptions.

Indiquent que l'air eſt mêlé de vapeurs, quand le Barom. baiſſe.

En prouvant que les minéraux & les végetaux, de même que les corps des animaux & les nôtres, annoncent la pluïe comme *hygroſcopes*; j'ai déjà expliqué pluſieurs des Phénomènes auxquels il faut que tout ſyſtême ſatisfaſſe, pour être admis avec raiſon. Je vais continuer d'appliquer le mien aux autres Phénomènes, qui regardent particulièrement la liaiſon ordinaire de l'état de l'air, avec les variations de l'*Hygromètre* & du Baromètre.

Explication des Phénomènes qui ont du rapport aux variations du Baromètre.

Deſcente du mercure ſans pluie & même ſans nuages ni vent.

722. Ier. *Phénomène*. L'Air *mêlé de vapeurs* étant tranſporté par les vents, depuis la ſurface de la mer, juſques dans les climats les plus éloignés, diminuë le poids de l'Atmoſphère partout où il paſſe & où il ſéjourne; le Baromètre doit donc y baiſſer (711). Mais ſi cet *air* n'eſt pas en quantité ſuffiſante; ſi les vents ne trouvent aucun obſtacle, & ſuivent paiſiblement leurs cours (*c*); ou s'ils ſont trop violens; il ne

(*c*) Voyez la note du §. 724.

ne ſe formera pas même des *nuages*. Ce tranſport peut avoir lieu ſans être apperçu, lorſque ces vents n'atteignent pas la ſurface de la Terre.

Formation des nuages.

723. II. *Phénomène*. Si la quantité de cet *air mêlé de vapeurs* eſt plus grande, & s'il en parvient ſucceſſivement beaucoup dans le même lieu; les *vapeurs* étant en plus grande quantité, ſe prêtent mutuellement des forces pour ſurmonter la réſiſtance qu'oppoſe l'air à leur aſcenſion: parce que leurs particules ſe réuniſſent. Elles s'élèvent donc peu-à-peu, comme fait l'air dans le mercure (710); juſqu'à ce qu'elles ſoient parvenues dans une couche où elles ſoyent en équilibre avec l'air. Elles s'accumulent à cette hauteur là, & forment des *nuages*. Quelques fois ces amas viſibles de *vapeurs*, ſe forment à notre vuë: ils augmentent & ſe réuniſſent les uns aux autres, ſans que nous appercevions d'où leur vient cet accroiſſement. Ils produiſent ſouvent ainſi, ce qu'on nomme un *Ciel pommelé*, préſage ordinaire de pluïe. D'autres fois ils ſe ſont formés hors de notre horizon, & les vents nous les apportent.

Ils peuvent couvrir un païs, ſans que le mercure y baiſſe dans le Baromètre.

Les *nuages* n'opèrent pas un changement ſenſible dans le poids de l'Atmoſphère; parce que pour l'ordinaire, leur peſanteur ſpécifique eſt à peu-près égale à celle de la couche d'air qui les contient. Ainſi le mercure baiſſera; non à cauſe des *nuages*; mais parce qu'il y aura beaucoup de vapeurs mêlées avec l'air. Et ſi les *nuages* ne ſe condenſent pas ſuffiſamment; il ne pleuvra pas.

Cauſes de la pluïe.

724. IIIme. *Phénomène*. Quand par l'abondance des *vapeurs*, par l'appui d'une chaine de Montagne, par l'action d'un vent contraire (*a*), ou enfin par la réſiſtance que les *nuages* oppoſent

(*a*) Le commencement de Décembre de l'année 1763, m'a fourni un exemple bien remarquable de l'influence des vents contraires pour condenſer les vapeurs en pluïe ou en neige; & en même tems de la quantité de *vapeurs* que l'air peut contenir ſans qu'elles ſe condenſent, quand le vent qui les tranſporte ne trouve aucun obſtacle en ſon chemin. Un froid aſſez vif avoit fait élever de nôtre Lac une grande quantité de *brouillards*, qui, comme à l'ordinaire (695) avoient réchauffé l'air inférieur, dont la température n'étoit plus qu'aux environs de la *congélation*; tandis que ſur les montagnes, & dans les vallées où les *brouillards* n'avoient pû pénétrer, le Thermomètre deſcendoit à — 8 de la *diviſion en* 80 *parties*, peu de tems après le coucher du ſoleil. Le Baromètre étoit à *Geneve* aux environs de 27 *p.* 4 *lig*; & l'air étoit calme. Le 10me. du même mois, le Baromètre commença à baiſſer par un vent du Sud, & l'air s'étant réchauffé, les *brouillards* s'élevèrent

opposent eux mêmes aux vents qui les transportent, ces *nuages* viennent à se condenser : les goutelettes d'eau se touchant alors, se réunissent; les particules ignées qui leur servent de véhicule, se réunissent aussi, & s'échappent d'autant plus facilement que l'air est plus rare (677); les montagnes même servent à les absorber; les goutes de pluye se forment & tombent, parce qu'elles sont plus pesantes que l'air.

Chute de la Pluïe observée à son origine.

J'ai vu quelques fois assez distinctement la formation de la *pluye* dans les montagnes : & voici un des Phénomènes de ce genre qui se sont passés sous mes yeux. J'étois à l'Ouest, & à la distance d'un quart de lieuë, d'une montagne d'environ 200 *toises* de hauteur, dont la face tournée de mon côté, étoit coupée presque à Pic. Les nuages chariés par un vent d'Est, rasoient le sommet de la montagne qui sembloit les attirer : du moins une portion de la couche s'y condensoit & devenoit si épaisse & si pesante, que ne pouvant

au-dessus des montagnes, & formèrent ça & là des *nuages*, qui se confondirent avec les *vapeurs* dont l'air parut chargé, lorsque le Ciel fut découvert (704). C'étoit le 12me., & ce jour-là le mercure avoit déjà beaucoup baissé. Mais le 13me. au matin il n'y eut personne qui ne fût surpris en regardant le Baromètre : de memoire d'homme il n'avoit été aussi bas; le mien étoit à 25 *p.* 10 *lig.* $\frac{3}{4}$. La prédiction la moins effrayante que portent les Baromètres ordinaires pour un abaissement moindre que celui-là, est une *tempête* : ensorte que le bruit courut bientôt de bouche en bouche, que le Baromètre étoit beaucoup au-dessous de la *tempête*, & qu'on devoit s'attendre à un tems affreux.

Examinant attentivement ce qui se passoit dans l'air, je ne pus appercevoir aucun nuage; soit qu'il n'y en eût point en effet, soit qu'une prodigieuse quantité de *vapeurs* mêlées à l'air, empêchât de les découvrir. Il faisoit un petit vent du Sud, dont le courant étoit plus égal qu'il ne l'est d'ordinaire. L'air offroit à mes yeux les causes de l'abaissement extrême du Baromètre; jamais je ne l'avois vu si fort obscurci par les *vapeurs*; mais il n'étoit point ménaçant; parce qu'il n'y avoit point de ces nuages obscurs qui, s'abaissant par leur densité, & pressant l'air sous eux, occasionnent ces tourbillons impétueux qui sont un des caractères de la *tempête*.

Le Baromètre resta peu à cet extrême abaissement; le 14me. il fut à 26 *pouces*, & les jours suivans il monta insensiblement jusqu'à 26 *p.* 3. *lig.* : il tomba quelques goutes de pluie pendant cet intervalle. Enfin la nuit du 18me. au 19me. il commença à neiger par un vent Nord-Ouest, moins chaud que le Sud qui l'avoit précédé : la température de l'air étoit à peu-près à la *congélation*. J'examinai de tems en tems dans la matinée du 19me. ce qui se passoit dans l'air, qui pût produire de la *neige*, tandis que pendant les six jours précédens les *vapeurs* ne s'étoient point condensées; & il me parut manifestement, que ce changement étoit produit par l'action de deux vents contraires. Car après avoir vû la neige entraînée par le Nord-Ouest, je remarquai qu'elle étoit poussée par le Sud; & pendant tout le tems qu'elle tomba, elle fut pour ainsi dire balottée par ces deux vents.

vant plus être soutenuë par l'air, elle se précipitoit continuellement comme un torrent par une espace d'environ 50 *toises* : après quoi elle se dissolvoit en pluye, & cessoit d'intercepter la montagne par son opacité. Cet effet étoit assez semblable à celui qu'on voit dans les fourneaux où l'on affine le fer : la masse de gueuse se présente à leur embouchure; on la pousse successivement par derrière, & cependant son extrêmité antérieure ne paroît pas s'avancer, parce qu'elle se fond à mesure qu'elle avance. C'étoit ainsi que le nuage se résolvoit en *pluye*, toûjours à peu-près à la même hauteur. Ce Phénomène dura plus d'un quart d'heure, depuis que j'eus commencé à l'observer. Il cessa par la retraite apparente des *nuages* vers le haut de la montagne; c'est-à-dire qu'ils cesserent de descendre, mais non pas de se résoudre en *pluye*; jusqu'à ce que le sommet de la montagne fut totalement découvert. Dans le même instant, je vis la formation d'un nuage de l'espèce de celui que j'ai décrit ci-devant (694): il parut d'abord comme un petit flocon à la hauteur où la pluye se formoit auparavant : il grossit considèrablement en montant peu à peu, & il atteignit la couche générale où je le perdis de vûe.

Les grandes rosées & gelées blanches sont accompagnées de l'abaissement du mercure, & présagent la pluie.

725. IVme. *Phénomène. L'Air mêlé de vapeurs* peut être porté de proche en proche dans une contrée, & y prendre la place de l'air sec; sans qu'on apperçoive d'une manière sensible le vent qui le charie. L'air demeure serein malgré ces *vapeurs*, lorsqu'elles sont subtiles & en petite quantité. Pendant la nuit elles se condensent par la diminution de la chaleur, & elles produisent une *rosée* beaucoup plus abondante que celle des jours précédens; qui en hiver, se convertit en *gelée blanche*. Voilà pourquoi ceux qui observent les présages naturels des changemens de *tems*, peuvent assez sûrement annoncer la pluye, quand la *rosée* ou la *gelée blanche* sont plus abondantes que le païs ou la saison ne les auroient produites naturellement. Le Baromètre est le plus souvent d'accord avec ce présage : *l'air mêlé de vapeurs* commence à le faire baisser : & suivant que cet abaissement est plus ou moins rapide, la *pluye* est ordinairement plus ou moins prochaine.

Effet des différens vents sur

726. Vme. *Phénomène.* Les vents de Sud, de Sud-Ouest & d'Ouest

d'Oueſt viennent par rapport à nous des plus vaſtes mers ; l'air qu'ils charient doit donc être très chargé de *vapeurs* : c'eſt par cette raiſon qu'ils font baiſſer le mercure ; avec cette différence dans la quantité de leur effet, que le Sud & le Sud-Oueſt venant des Païs chauds, charient des *vapeurs* plus dilatées & par conſéquent un air plus léger que celui qui eſt tranſporté par le vent d'Oueſt. Auſſi le mercure baiſſe-t-il ordinairement moins par ce dernier vent, que par les prémiers.

La peſ. ſpec. de l'air & par-conſéquent ſur le Baromètre.

Les vents du Nord, du Nord-Eſt & de l'Eſt ont traverſé de très grands continens pour parvenir juſqu'à nous : c'eſt pourquoi l'air qu'ils nous apportent eſt ordinairement ſec. Auſſi font-ils monter le mercure ; le Nord-Eſt, ſur-tout, parce qu'il eſt le plus ſec & le moins chaud.

Les vents qui font baiſſer le mercure amènent la *pluye*, & ceux par leſquels le mercure s'élève produiſent le *beau tems* : on voit aſſez la liaiſon de ces effets entr'eux & avec leur cauſe.

Exceptions.

727. VIme. *Phénomène.* Les vents qui rendent ordinairement l'air ſerein, peuvent quelquefois amener la *pluye* : & le *beau tems* au contraire, peut accompagner ceux qui le plus ſouvent obſcurciſſent l'air. Le prémier cas a lieu, quand le Sud ou le Sud-Oueſt ont porté du côté du Nord, beaucoup de *nuages*, que les vents de ces régions nous rapportent : dans le ſecond cas, le Sud & le Sud-Oueſt viennent à nous ſans *vapeurs*. Mais ces cas ſont peu fréquens ; & leurs effets ne ſont pas de durée. Dans ces tems-là, le Baromètre ſemble n'être pas d'accord avec l'état de l'air.

Le Barom. peut monter pendant qu'il pleut.

728. VIIme. *Phénomène.* Si pendant que la *pluye* ſe forme dans les *nuages*, & tombe ; le concours de l'*air chargé de vapeurs* vient à ceſſer : la *pluye* elle-même, en tombant, entraîne les *vapeurs* qui reſtoient mêlées avec l'air inférieur ; de nouvel air *pur* leur ſuccède ; ſouvent même il eſt apporté par un autre vent. Le poids de l'air augmente alors, & le Baromètre monte, tandis qu'il pleut encore : mais ſi le Baromètre continuë à monter ; c'eſt une marque certaine que la *pluye* ne ſera pas de longue durée.

Explication des différences

729. VIIIme. *Phénomène.* Quand le Baromètre ne monte, que

qu'on observe dans le tems qui s'écoule depuis que le Bar. est monté jusqu'à la cessation de la pluïe.

que parce que le vent qui charioit les *vapeurs* a cessé; il peut *pleuvoir* encore pendant quelque tems; c'est-à-dire, tant que les *nuages* sont encore assez denses pour produire la *pluye*; & ces *nuages* peuvent rester encore long-tems dans l'air, depuis que par la diminution de leur densité, il a cessé de pleuvoir. Mais si ce changement est opéré par un vent qui amène de l'air *sec*, comme le Nord-Est dans nos climats: cet air, qui peut absorber beaucoup de *vapeurs*, dissout pour ainsi dire les *nuages*: leurs particules se divisent & se mêlent de nouveau avec l'air; nous les voyons diminuer & disparoître, avant qu'ils ayent eu le tems de sortir de nôtre horizon.

Observation d'un nuage dissipé dans l'air sec.

J'ai été témoin d'un des plus singuliers Phénomènes de cette espèce, en voyageant dans les Alpes. Il avoit plu pendant la nuit précédente; l'air étoit devenu serein, par un petit vent Nord-Est; & il ne restoit plus de *nuages* que dans les enfoncemens des montagnes. J'étois alors fort avancé dans la largeur de la chaine des Alpes (*a*), & par conséquent, quoique je voyageasse dans une large vallée, j'étois déjà très élevé.

Je quittai le grand chemin, pour visiter une mine de plomb (*b*), & je fus obligé pour y parvenir, de monter assez haut sur la montagne, avant d'entrer dans une gorge qui conduit à cette mine. Lorsque je fus dans cette petite vallée, je n'apperçus plus le vent Nord-Est qui régnoit dans la grande, & je vis venir à moi une bande de *nuages*, qui parcouroit lentement le côté de la montagne opposé à celui où je me trouvois, & à peu-près à ma hauteur. Je m'attendois à voir ces *nuages* acquérir un mouvement plus rapide, & une direction différente; lorsqu'ils seroient parvenus dans la grande vallée; c'est pourquoi je les suivis des yeux: mais je fus fort surpris de ce qu'ils parurent au contraire se fixer en cet endroit-là. Je crus d'abord que le vent s'opposoit à leur sortie, & qu'ils s'accumuleroient à l'embouchure du deffilé, parce que le mouvement progressif continuoit par derrière. Mais cela n'arriva point, & mon attention redoubla par cette singularité.

(*a*) Au Bourg *St. Maurice* en *Tarentaise*.
(*b*) à *Pesséi*.

larité. Je m'arrêtai pour confidérer ce Phénomène; & comme l'endroit où les *nuages* paroiffoient fe fixer, n'étoit éloigné de moi, que d'environ 100 *toifes*, je vis diftinctement: que dès qu'ils étoient parvenus à ce point, le vent occafionnoit un peu d'agitation à leur extrêmité; il en féparoit de petits flocons, qui diminuoient de volume, en s'éloignant peu-à-peu de la maffe dont ils avoient été détachés, & qui fe diffipoient entièrement à une petite diftance: de forte qu'au bout d'une heure; cette chaine de *nuages*, qui avoit au moins 200 *toifes* de longueur, fut entièrement abforbée. Je vis auffi, que les autres *nuages* parfemés autour des montagnes, fe diffipoient comme celui que j'avois obfervé. L'air devint enfin abfolument ferein.

730. IXme. *Phénomène*. Lorfqu'une grande quantité de *vapeurs* fe raffemble dans une contrée, & que par leur abondance elles s'élèvent jufqu'à une couche d'air, où elles fe forment en *nuages* (*Ph.* II.); fi un vent vient à fouffler dans cette couche feule, & qu'il tranfporte les *nuages* dans une autre contrée où le Baromètre eft *haut*; ces nuages pourront s'y condenfer par les mêmes caufes qui contribuent au *Ph.* III. fans que le mercure s'abaiffe dans le Baromètre; parce que le vent n'aura point apporté d'*air mêlé de vapeurs*. Il pleuvra donc dans cette contrée là, tandis qu'il ne pleuvra pas dans celle où les nuages fe forment, & où le mercure a baiffé parce que les *vapeurs* y abondent (*Ph.* II.). L'expérience indique cette action des vents dans des couches particulières de l'air; j'en ai fenti de très violens fur les montagnes, pendant que l'air étoit calme à leur pied; & j'ai éprouvé fort fouvent le cas contraire. Quand l'air eft ferein, on ne peut appercevoir ces différences dans les plaines; mais s'il y a des *nuages* dans l'air à diverfes hauteurs; il eft très ordinaire de les voir tranfportés en plufieurs fens & même quelquefois dans des directions abfolument oppofées.

Comment il peut pleuvoir fans que le Bar. baiffe.

Vents qui foufflent dans différentes couches de l'Atm.

731. Xme. *Phénomène*. Le Baromètre reçoit l'impreffion de tous les changemens qui arrivent dans la colonne d'air qui le foutient: mais l'Hygromètre n'eft fenfible qu'à ceux dont la couche où il eft placé fe trouve affectée. C'eft pourquoi les variations de ces deux inftrumens ne peuvent être, ni proportionnelles,

Accord & différ. dans les mouvemens du Barom. & de l'Hygrom.

proportionnelles, ni même constamment uniformes. Il est vrai qu'ordinairement, l'*air mêlé de vapeurs* descend jusqu'à la partie inférieure de l'Atmosphère : l'Hygromètre doit donc indiquer le plus souvent une augmentation d'*humidité*, en même tems que la diminution du *poids* se fait appercevoir par l'abaissement du mercure. Mais il peut arriver, par l'élévation du vent, par l'opposition de quelque hauteur, par l'action d'un vent contraire, & par plusieurs autres causes particulières & locales; qu'une couche de l'Atmosphère, ne reçoive que peu ou point de cet *air mêlé de vapeurs* : & si l'Hygromètre est placé dans cette couche; il n'indiquera pas une augmentation d'*humidité*, quoique le mercure ait baissé dans le Baromètre. Mais si l'Hygromètre au-contraire est placé dans un lieu, où quelque cause particulière introduit des *vapeurs* dans l'air: il fera connoître ce mêlange, sans que le Baromètre baisse sensiblement; & même pendant qu'il monte, par d'autres causes qui ne peuvent agir sur l'Hygromètre à cause de sa position.

Comment on peut faire des erreurs contraires dans la mesure des hauteurs en observant à des élévations différentes dans le même jour.

732. XIme. *Phénomène*. Les mêmes circonstances qui contribuent au *Phénomène* précédent, peuvent occasionner les exceptions que j'ai indiquées dans le §. *665*. Car si l'air n'est imprégné de *vapeurs*, que jusqu'à une certaine élévation: cette cause produira beaucoup d'effet sur les observations qu'on fera dans cette étenduë, pour mesurer les *hauteurs*; mais elle influera moins sensiblement quand le Baromètre supérieur sera porté plus haut. On trouvera donc des exceptions aux règles générales dans les Stations inférieures; parce que la densité ne sera plus proportionnelle au poids supèrieur, & aux effets de la chaleur sur un air homogène (715). Mais ces exceptions ne s'étendront pas dans les lieux élevés au-dessus des *vapeurs*; on y appercevra même des exceptions contraires, si l'air est proportionnellement plus *pur* dans le haut, qu'il n'est mêlé de *vapeurs* dans le bas : parce que la fixation de ma règle est tirée de l'ensemble de mes observations, & suppose par conséquent une *humidité* moyenne. Les exceptions seront contraires, si l'air est plus *pur* dans le bas, & plus *imprégné de vapeurs* dans le haut; que le terme moyen qui a servi de base à ma règle.

733.

733. XIIme. *Phénomène*. La chaleur dilate l'air, & diminuë son poids. Mais elle agit bien plus puissamment sur les *vapeurs*. Ainsi plus il y a de différence dans un climat, entre la température de l'Hiver & celle de l'Eté, & entre la quantité de *vapeurs* que l'air de ce climat contient en divers tems; plus aussi l'étenduë des variations du Baromètre, doit y être considèrable. Car si à la chaleur de l'Eté & aux *vapeurs* qu'elle produit naturellement, se joint le concours d'un vent qui apporte une grande quantité *d'air mêlé de vapeurs*; le mercure doit s'abaisser beaucoup dans le Baromètre. Voilà ce qui produit ses grandes variations dans le Nord, où la différence de chaleur de l'Eté à l'Hiver est fort considérable, & où le mêlange des *vapeurs* avec l'air tient à plusieurs causes qui ne sont pas permanentes. La température de l'air sous l'Equateur étant beaucoup plus uniforme; sa constitution rélativement aux *vapeurs* l'est aussi par cela même; c'est pourquoi le Baromètre y fait peu de variations.

Pourquoi les variations du Barom. sont plus grandes au Nord que sous l'Equateur.

734. XIIIme. *Phénomène*. Lorsqu'il se joint à la cause dont j'ai parlé jusqu'ici, quelqu'une des autres causes qui contribuent aux variations du Baromètre; comme l'augmentation ou diminution de poids, produites dans la masse totale de l'Atmosphère, par le plus ou le moins de *vapeurs* qu'elle renferme; les dilatations & condensations qui procédent des variations de la chaleur; la plus grande ou la moindre abondance de *vapeurs* locales; l'accumulation de l'air occasionnée par des vents contraires: lors dis-je que ces causes, ou d'autres même se combinent avec la principale; il se fait alors des exceptions. Si leur action est en sens contraire; l'effet total doit être plus petit: mais si elles concourrent, comme cela peut être; elles produisent sans doute alors, les grands écarts que nous observons dans la hauteur du Baromètre, qui sont pour l'ordinaire momentanés.

Diverses causes particulières des variations du Bar.

Elles diminuent l'effet de la cause principale quand elles agissent en sens contraire.

Ou produisent des variations extraordinaires, quand elles concourent avec cette cause.

Remarque sur les prédictions du Bar.

735. Je pourrois porter plus loin le détail des combinaisons de l'*air mêlé de vapeurs* avec l'*air pur*, & expliquer par ce moyen un plus grand nombre de Phénomènes: mais il suffit d'avoir montré, comment les *vapeurs* sont la principale cause des *variations* du Baromètre, & pourquoi ces *va-*

riations

riations ne ſont pas néceſſairement liées avec la *pluye* & le *beau-tems*, quoique le plus ſouvent elles les annoncent. Il faut par une longue ſuite d'obſervations locales, tranſmiſes pour ainſi dire d'une génération à l'autre, lier certains Phénomènes particuliers, avec les variations du Baromètre, pour rendre ſes prédictions plus certaines. Mais les obſervations faites dans un païs, ne ſerviroit preſqu'à rien pour un autre; c'eſt pourquoi je me ſuis borné aux indications les plus générales.

Recherche à faire, pour perfectionner la meſure des hauteurs, par la connoiſſance des effets que les vapeurs produiſent dans l'air.

Je reviens maintenant aux obſervations du Baromètre qui ſont rélatives à la meſure des *hauteurs*. Nous pouvons eſpérer de ces obſervations, des conſéquences plus certaines que des précédentes; parce que les changemens de hauteur du mercure dans un Baromètre fixe, ſont l'effet de ceux qui arrivent dans toute la colonne qui pèſe ſur lui, & dont nous ne pouvons examiner qu'une bien petite partie: au lieu que dans les obſervations qui ſont rélatives à la meſure des *hauteurs*; toute la colonne meſurée peut être ſoumiſe à nos expériences. C'eſt donc une connoiſſance plus exacte de l'état actuel des colonnes qu'on meſure, qu'on doit chercher à acquérir.

La cauſe des variations du Barom. peut avoir produit une partie des exceptions trouvées dans les obſervations précédentes.

736. En expliquant la principale cauſe qui fait deſcendre le mercure dans un Baromètre ſédentaire, & l'influence de cette cauſe ſur l'élaſticité & la denſité *abſolues* & *rélatives* des couches d'air; je me ſuis propoſé de faire voir, qu'elle peut produire une grande partie des exceptions qui ſe trouvent encore dans mes expériences. J'aurois donc pû donner à leurs réſultats une plus grande uniformité, en ajoutant à ma règle quelques corrections rélatives à cet objet. Mais n'ayant pas dirigé mes expériences vers ce but; je n'aurois pû énoncer cette correction que bien imparfaitement. C'eſt pourquoi j'ai préféré de démontrer ſimplement, que cette plus grande uniformité eſt poſſible.

Il faut chercher une nouvelle équation pour cet objet.

737. Voilà donc un nouveau champ ouvert aux expériences. Il s'agit de déterminer, quel changement on doit faire

faire à la *hauteur* trouvée par les *logarithmes*, quand l'air est plus ou moins chargé de *vapeurs* qu'un certain point fixe, & de *vapeurs* échauffés plus ou moins qu'un certain degré.

Nécessité d'avoir pour cela des Hygrom. comparables.

738. Il me semble que pour découvrir cette *Loi*, il faudroit pouvoir joindre l'observation d'un *Hygromètre* comparable, à celle du Baromètre & du Thermomètre. Car le point essentiel consiste à connoître, s'il y a des *vapeurs* dans la colonne d'air qui est interceptée par les deux Stations; & quelle est leur quantité: puisque si les *vapeurs* qui font baisser le Baromètre, sont plus élevées que cette colonne, elles ne changent point la loi générale qui sert de fondement au calcul.

Route à suivre dans cette correction.

739. Lorsqu'on aura obtenu ce prémier point, il sera facile de connoître par l'expérience. 1°. Si les *vapeurs* influent de la même manière, quelle que soit la densité de l'air produite par la pression supérieure, & par conséquent, quelle que soit la hauteur du mercure dans le Baromètre. 2°. Quel rapport il y a, entre la quantité des *vapeurs* exprimée par les *degrés* de l'*Hygromètre*, & la diminution d'élasticité de l'air, par une température donnée: ou plus directement, quelle partie proportionnelle il faut déduire de la *hauteur* trouvée par le calcul, ou ajouter à cette *hauteur*, pour chaque *degré* de l'*Hygromètre*, quand l'air est à cette température. Ce qui conduira en même tems, à placer le *zéro* de l'*Hygromètre* au degré d'*humidité* où les *logarithmes* donnent immédiatement la hauteur en millièmes de Toise. 3°. Enfin quelle modification doit éprouver ce *rapport*, lorsque la chaleur est plus ou moins grande que le *point fixe* auquel la force expansive des *vapeurs* est égale à celle de l'air.

Je conviens que tout cela présente bien des soins & des peines au prémier coup d'œil. Mais j'ai éprouvé plus d'une fois, que les difficultés connues s'applanissent beaucoup, quand on les affronte avec courage.



CHAPITRE DIXIEME.

Indications de quelques moyens d'éviter, dans la mesure des hauteurs par le Baromètre, les erreurs que peuvent y introduire les causes indiquées dans les Chapitres précédens.

J'Ai rassemblé dans les Chapitres précédens, ce que je regarde comme les principales causes des différences qui subsistent encore dans les résultats de mes observations. Elles forment des points de vuës fixes pour de nouvelles recherches; & par cela même on peut espérer de porter plus loin les découvertes sur cette matière. Mais en attendant que par de nouvelles expériences, on soit parvenu à s'assurer de l'existence de ces causes, & à connoître leurs effets; je puis indiquer quelques moyens d'éviter assez sûrement les erreurs qui en résultent.

Les causes d'exceptions aux régles générales ne sont pas permanentes.

En faisant donc plusieurs observ. dans le même lieu, on approchera beaucoup de l'exactitude.

740. Le prémier de ces moyens, & qui suffira seul le plus souvent, découle de ce que j'ai remarqué dans le cours de mes observations de ce que la plûpart des causes d'exceptions aux règles générales, ne sont pas permanentes, & qu'elles varient même dans un court espace de tems. Toutes les fois donc, qu'on peut rester quelques heures dans le lieu dont on cherche à connoître la hauteur rélativement à un autre lieu, par le moyen du Baromètre; il faut faire chaque quart d'heure les observations correspondantes aux deux Stations, & en prendre le milieu. Plus leur nombre sera grand; plus ce terme moyen approchera de l'exactitude. C'est ce dont on peut voir bien des preuves dans le détail que j'ai donné de mes expériences à la montagne de *Salève*; parce que j'en ai fait quelquefois plusieurs, dans le même jour, au même endroit; dont les différences de résultat rélativement à la hauteur réelle, sont en sens contraires. Et comme il n'y a pas beaucoup plus de variation à cet égard, d'un jour & même d'une saison à l'autre, qu'entre les heures du même jour; je puis encore donner pour preuve de l'utilité de cette précaution

précaution, le résultat moyen de mes expériences en chaque Station, dont on a vû le degré d'exactitude.

741. Mais si l'on ne pouvoit se procurer un certain nombre d'observations dans un même endroit; il est encore une ressource; c'est d'observer pendant la moyenne chaleur du matin, qui correspond à la cinquième partie du tems pendant lequel le soleil doit demeurer sur l'Horizon (596); il est peu de mes observations faites dans la matinée, aux environs de ce tems-là, qui ne donnent la hauteur du lieu avec une grande justesse. Sans doute que dans cette partie du jour, la densité de l'air est plus exactement telle que l'exige la température: c'est-à-dire qu'on est éloigné de ces momens, où pour l'ordinaire il se fait des condensations ou des dilatations subites, qui troublent la loi générale, à cause de l'inertie de l'air (659); peut-être aussi, que le terrein n'étant pas échauffé, comme il l'est plus tard; les vapeurs, les exhalaisons, & les reverbérations de chaleur, n'agissent pas encore aussi puissamment, pour altérer l'effet des loix générales.

Les obs. sont généralement plus sûres à la cinquième partie du jour qu'à toute autre heure.

Causes probables de cette régularité.

742. Après qu'on aura fait l'observation du Baromètre avec toutes les précautions que j'ai indiquées; il conviendra de noter tout ce qu'on pourra remarquer d'un peu certain, rélativement à la chaleur locale, & aux vapeurs répandues dans l'air. Ces notes serviront peut être à concilier les observations où l'on trouvera quelque différence; mais surtout elles peuvent conduire à la découverte de quelque règle fixe pour corriger ces petites erreurs.

On peut estimer jusqu'à un certain point l'effet des causes locales & des vapeurs.

743. En général, pour obtenir par les expériences du Baromètre des résultats qui approchent toûjours plus de l'exactitude; il est important de s'accoutumer à voir les circonstances momentanées & locales, & à juger de leur influence. Ce n'est pas dans la *mesure* des *hauteurs* que cette précaution est le plus essentielle: car si l'on y fait attention, on verra que la colonne d'air mesurée, est ordinairement assez à l'abri des influences de ces causes: c'est celle qui s'élève verticalement au-dessus de la Station la plus basse, jusqu'au point horizontalement correspondant à la Station la plus élevée. Aussi

Utilité de l'attention aux circonstances qui accompagnent les observations.

 a-t-on

a-t-on vû, que cette *mesure* est portée à une assez grande perfection. Mais nous devons tirer de ces expériences le moyen de connoître sûrement l'état local & actuel de l'air : & c'est-là un point important pour la Physique. J'y reviendrai lorsque j'aurai exposé tout ce qui regarde la *mesure* des *hauteurs*.

CHAPITRE ONZIEME.

Du Nivellement des routes, & de la détermination des hauteurs des Villes, par le Baromètre. Exemples de cette espèce de mesure.

Pour l'exactitude, il faut que les observ. corresp. du Bar. soyent faites en des lieux peu distans.

744. DAns tout ce que j'ai dit ci-devant, en établissant les règles rélatives à la *mesure des hauteurs* par le Baromètre; j'ai supposé que les observations *correspondantes* étoient faites à une petite distance horizontale : & l'on sent bien que cette condition est nécessaire à l'exactitude.

Inégalité de changement dans l'état de l'air.

L'état de l'air, change presque continuellement : & quoique par sa fluidité, il tende toûjours à se mettre en équilibre; il faut du tems pour qu'il y parvienne; & cet équilibre dure peu. Tant que les causes qui opèrent des changemens dans la densité de l'air, agissent dans une contrée; avec quelque rapidité que leurs effets puissent se communiquer au loin, par les vents qu'elles produisent; ces changemens doivent se maintenir plus grands à leur source, que partout ailleurs, jusqu'à ce que leurs causes ayent cessé. On a vû des exemples des différences qui en résultent dans les rapports des hauteurs du Baromètre en divers lieux, par les observations correspondantes entre *Genève* & *Gènes*, & *Turin*; & entre *Genève* & *Beaucaire*; que j'ai rapportées ci-devant.

Ses effets sur la *mesure* des *hauteurs* par le Baromètre.

Latitude qu'on peut avoir dans la distance des Stations.

Voilà ce qui oblige à rapprocher le plus qu'il est possible les Stations du Baromètre, lorsqu'on veut connoître exactement les différences de hauteur des lieux. Cette règle a cependant une certaine latitude : par exemple; mes deux Stations les plus élevées dans la montagne de *Salève*, étoient éloignées de plus de deux lieues, horizontalement & en droite ligne,

ligne, de la Station correſpondante dans la plaine. La diſtance des Stations pour la meſure de la *Dole* (643), étoit d'environ 4 lieues: elle étoit de douze à treize, pour celle des montagnes de *Sixt* (645). Cependant on a vu, que les différences des réſultats en divers tems, à ces diſtances, ont été peu conſidérables.

745. Mais quand on voyage, & qu'on rapporte à un même lieu les obſervations faites dans la route; la diſtance va toûjours en augmentant. C'eſt cependant la méthode la plus sûre: parce que pour l'ordinaire, il y a bien plus de différence dans l'état de l'air, dans l'intervalle ſeulement de cinq ou ſix heures; qu'il n'y en a entre deux lieux même aſſez diſtans, à la même heure. Par conſéquent, on ne peut point compter ſur la comparaiſon des obſervations faites de lieu en lieu dans les voyages: je le montrerai bientôt, par les écarts qui ſe ſont trouvés entre pluſieurs *nivellemens* d'une même route, faits de cette manière.

Cependant la diſtance des *tems*, peut produire plus de différence, que la diſtance des *lieux*.

Lors donc qu'on voudra entreprendre cette eſpèce de *nivellement*; Il faudra toûjours s'aſſurer d'obſervations *correſpondantes* dans un lieu fixe, auquel on rapportera toutes celles qu'on fera en voyageant. C'eſt la prémière condition requiſe pour opérer avec exactitude.

Il faut donc des obſerv. ſimultanées, dans un lieu fixe, lorſqu'on obſerve le Bar. en voyage.

746. La ſeconde, qui découle de la même conſidération; eſt de convenir de certaines heures fixes auxquelles on obſervera. J'ai trouvé qu'il y avoit plus de sûreté dans les obſervations faites préciſément à la même heure; que dans celles qui avoient été faites à des diſtances de tems aſſez petites. Cela vient, de ce qu'en obſervant à la même heure, on évite de plus grands écarts, en ſacrifiant la poſſibilité d'une plus grande exactitude. Ces écarts proviennent, de ce que les variations du Baromètre commençent quelquefois plutôt, d'autres fois plus tard, dans un lieu, comparativement à un autre lieu. Si donc les obſervations correſpondantes n'ont pas été faites en même tems; il eſt auſſi probable, que l'écart poſſible a été augmenté; qu'il eſt probable, qu'il a été diminué. Et dans l'incertitude, il vaut mieux négliger la probabilité de quelque diminution dans l'écart poſſible; pour éviter celle d'une augmentation. C'eſt ce qu'on fait en obſervant

Et convenir de certaines heures fixes pour obſerver,

Raiſon d'obſerver en même tems, quoiqu'à de grandes diſtances de lieux.

ſervant à la même heure. On eſt ſûr par là, que quand on obſervera un certain nombre de fois dans les mêmes lieux; il n'y aura pas de ſi grands écarts entre les réſultats particuliers & le réſultat moyen.

Il faut multiplier les obſervations, dans l'*obſervat. fixe*.

747. Mais on n'eſt pas toûjours aſſuré, lorſqu'on voyage, de pouvoir obſerver exactement aux heures convenues. Il faut donc que l'obſervateur ſédentaire, répéte pluſieurs fois ſes obſervations, de quart d'heure en quart d'heure, aux environs du tems dont on eſt convenu. Il convient même qu'il les multiplie le plus qu'il pourra dans le cours de la journée; ſoit parce que le *voyageur* peut obſerver ſur la route dans quelque endroit intéreſſant; ſoit par la raiſon que je vais dire.

Et dans les mêmes lieux en voyageant.

Le *voyageur* doit auſſi faire le plus d'obſervations qu'il lui eſt poſſible dans chaque lieu; en mettant cependant entr'elles au moins un quart d'heure d'intervalle. On diminuera beaucoup par ce moyen l'inconvénient des diſtances. Lorſque j'ai ſéjourné quelque tems dans un lieu, & que j'ai pu y obſerver ſouvent; le terme moyen des *hauteurs*, conclues par les obſervations d'un même jour, s'eſt preſque toûjours rapproché du terme moyen réſultant de toutes les obſervations faites en pluſieurs jours. Les grands écarts ne ſont pas permanens, à cinquante ou ſoixante lieues de diſtance.

En établiſſant l'*obſervatoire fixe* à la campagne, on jugera mieux de la *chaleur de l'air*.

748. Quand les obſervations correſpondantes à celle du *voyageur*, pourront ſe faire à la campagne; on y gagnera beaucoup pour l'exactitude. L'air des Villes n'eſt preſque jamais à la température de l'air vraiment libre. La chaleur s'y concentre en Eté, & reſiſte à la fraicheur de la nuit. En Hiver, le *froid* y devient preſque permanent; on n'y éprouve point les adouciſſemens que le ſoleil procure dans le jour à la campagne. Cependant il eſt très néceſſaire dans ces obſervations, de connoître exactement le degré de chaleur de l'air. Il faudra donc préférer la campagne aux Villes, pour l'*obſervatoire* fixe: à moins qu'on ne trouve dans les Villes, des lieux bien aérés où l'on puiſſe ſuſpendre en plein air, dans un lieu expoſé aux vents & au ſoleil le plus qu'il ſera poſſible, un Thermomètre tel que je l'ai décrit (537 *& ſuiv.*) C'eſt ainſi qu'ont été faites à *Genève*, toutes les obſervations auxquelles

quelles j'ai comparé celles que j'ai faites dans mes voyages. Je suppose au reste, que si l'*observatoire* fixe est à la campagne ; on cherchera par le Baromètre, ou autrement, la hauteur du lieu, rélativement à quelque Ville ou Rivière voisine ; c'est-à-dire à quelqu'autre lieu plus remarquable qu'une maison de campagne.

Il n'est pas moins nécessaire, que le *voyageur* choisisse bien le lieu où il devra observer le degré de chaleur de l'air. J'ai toûjours suspendu mon Thermomètre dans quelque lieu bien exposé au vent ou au soleil lorsqu'il en faisoit : & si je ne trouvois pas quelqu'endroit spacieux, comme un jardin, une grande cour, une Place, ou une ruë bien perçée ; je cherchois l'endroit le mieux exposé de la maison, & j'y suspendois mon Thermomètre hors de la fenêtre.

Le *voyageur* doit bien choisir aussi le lieu où il observera la *chaleur* de l'*air*.

Telles sont les principales précautions qu'on doit prendre pour mesurer les hauteurs par le Baromètre, à des distances un peu grandes. Le *voyageur* intelligent suppléera par lui-même aux détails dont je m'abstiens (*a*). Il comprendra par exemple, que lorsque son Baromètre aura été échauffé ou réfroidi dans la route, plus que ne sera le lieu où il voudra l'observer ; il devra lui en laisser prendre la température ; afin que son Thermomètre lui indique plus sûrement celle du Baromètre. En un mot il y a quelques petits soins à prendre, que l'expérience enseignera aux gens attentifs.

Et laisser prendre à son Barom. celle du lieu où il l'aura placé.

749. Je vais donner des exemples de l'espèce de *nivellement* que je propose : & je commencerai par celui de la route de *Genève* à *Gènes*. Je rappellerai à cette occasion, ce que j'ai dit ailleurs ; que c'est une vérification très réelle, que la comparaison des *hauteurs* d'un même lieu, conclues en différens tems (642). Ce sera donc montrer assez sûrement, le

Utilité des observations répétées dans les mêmes lieux en différens tems.

(*a*) Je mets en note, un avis qui paroîtroit minutieux dans le texte, & qui cependant pourra épargner aux *voyageurs*, les difficultés que j'ai éprouvées dans le prémier voyage où j'ai porté mon Baromètre. Il n'est pas si commun qu'on pourroit le penser, de trouver où suspendre convenablement un Baromètre dans les auberges. J'y ai pourvu ; en portant un petit forêt, que je plante dans quelque boisage. Je préfére ordinairement ceux qui sont autour des fenêtres, pour que mon Baromètre soit bien éclairé : pourvû qu'en même tems il soit à l'abri des chocs ; & que je puisse aisément le mettre à plomb.

le degré de confiance qu'on peut avoir dans cette méthode; que de rapporter les observations de ce genre, que j'ai faites aux mêmes lieux, dans mes voyages.

Inutilité de celles qui ne sont pas rapportées à un lieu, où l'on observe en même tems.

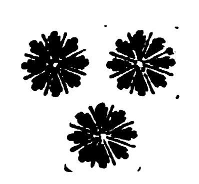
J'ajouterai aux résultats de ce prémier *nivellement*; un exemple des *hauteurs* que j'aurois trouvées par la seule comparaison des observations successives, prises même aux moindres intervalles de tems. On comprendra combien cette méthode est peu sûre; par les écarts des *hauteurs* conclues en différens tems de cette manière: tandis qu'il s'en trouve peu dans celles qui résultent d'observations correspondantes pour le tems, faites dans un lieu fixe plus éloigné.

Le *prémier étage* des auberges, choisi pour lieu ordinaire des observations.

Comme dans les auberges, on est logé le plus souvent au prémier étage; c'est toûjours au *prémier étage* que j'ai observé; ou que j'ai rapporté mes observations, en ayant égard à la différence. Lorsque j'aurai eu quelque raison d'observer ailleurs, je les indiquerai.

Et le niveau du *Lac de Genève*, ainsi que celui de la *Mer méditerranée*, pour termes de comparaison.

Toutes les *hauteurs* que je donnerai rélativement à *Genève*, seront rapportées au niveau du *Rhône* à sa sortie du *Lac*, en Eté où il est le plus haut. J'y joindrai les *hauteurs* sur le niveau de la *Mer-méditerranée*, en ajoutant aux prémières ou en en retranchant, suivant les cas, 188 *toises*, soit la hauteur du *Lac* sur ce dernier niveau, concluë des expériences que j'ai rapportées ci-devant (647 *&* *suiv.*)



Nivellement de la route de *Genève* à *Turin*, par des observations *successives*.

		Hauteurs moyen. sur le *Lac* à *Genève*: en Eté. *TOISES.*
CROZEILLE.	Observation du 17me. Aoust 1762.	207
ANNECI.	16. Mai 1762. . . . . 30 16. Aoust 45	38
ST. FELIX.	16. Aoust 1762.	14
		abaissemens sous le même niveau.
CHAMBERY.	17. Mai 1762. . . . . 74 15. Aoust 37	55
PLANÉSE.	17. Mai 1762.	35
AIGUEBELLE. . . .	27. Mai 1757. . . . . 43 18. Mai 1762. . . . . 47 15. Aoust 8	33
		Hauteurs sur le même niveau.
LA CHAMBRE. . .	18. Mai 1762. . . . . 40 14. Aoust. 81	61
ST. MICHEL. . . .	28. Mai 1757 . . . . 121 19. Mai 1762. . . . . 155 14. Aoust 212	163
MODANE.	28. Mai 1757 . . . . 303 19. Mai 1762 . . . . 339 14. Aoust 391	344
BRAMAN.	13. Aoust.	478
LANS-LE-BOURG.	29. Mai 1757 . . . . 468 20. Mai 1762 . . . . 489 13. Aoust. 540	499
LA RAMASSE. . . .	13. Aoust	846
TOVET-DESSUS. .	13. Août (hors du gr. chemin à l'Est) . . .	897
LA GRAND-CROIX.	29. Mai 1757 . . . . 726 20. Mai 1762 . . . . 733 13. Aoust 775	745
LA FERRIÉRE. . .	20. Mai . . . . 510 13. Aoust 552	531
LA NOVALAISE.	29. Mai 1757 . . . . 201 20. Mai 1762 . . . . 205 13. Aoust. 250	219
SUZE.	29. Mai 1757 . . . . 33 21. Mai 1762 50	41
		abaissemens sous le même niveau.
ST. AMBROISE. . .	21. Mai . . . . 16 12. Aoust . . . . + 8	4
AVILLIANE.	30. Mai 1757	36
TURIN.	30. Mai . . . . 92 21. Mai 1762 . . . . 76 11. Aoust 53	74

Nivell. de la route de *Genève* à *Turin* & à *Gènes*, par des observations correspondantes avec *Genève*.

		Hauteurs sur le Lac à Genève en Eté. TOISES.	Hauteur sur la Mer-méditerranée. TOISES.
GENEVE. . .	Au niv. du *Lac* ou du *Rhône* en Eté.	0	188
CROZEILLE.	Observation du 17me. Aoust 1762.	207	395
ANNECI.	16. Mai 1762 . . . 36 16. Aoust 35	35	223
ST. FELIX.	16. Aoust.	12	200
		Abaissemens sous le même niveau.	
CHAMBERY.	17. Mai. . . . . . . 48 15. Aoust 47	47	141
PLANÉSE.	17. Mai.	15	173
AIGUEBELLE. . . .	27. Mai 1757. . . 22 18. Mai 1762. . . 25 15. Aoust. . . . 22	23	165
		Hauteurs sur le même niveau.	
LA CHAMBRE. . .	18. Mai. . . . . . 64 14. Aoust. . . . 54	59	247
ST. MICHEL. . . .	28. Mai 1757. . . 171 19. Mai 1762. . . 174 14. Aoust 180	175	363
MODANE.	28. Mai 1757. . . 355 19. Mai 1762. . . 353 14. Aoust 357	355	543
BRAMAN.	13. Aoust.	434	622
LANS-LE-BOURG.	29. Mai 1757. . . 511 20. Mai 1762. . . 500 13. Aoust. 502	504	692
LA RAMASSE. . .	13. Aoust.	809	997
TOVET-DESSUS. .	13. Aoust. (hors du gr. chem. à l'Est)	844	1032
LA GRAND-CROIX.	29. Mai 1757. . . 770 20. Mai 1762. . . 756 13. Aoust. 741	756	944
LA FERRIÉRE. . .	20. Mai . . . . . 529 13. Aoust 514	521	709
LA NOVALAISE. .	29. Mai 1757. . . 234 20. Mai 1762. . . 226 13. Aoust. . . . 212	224	412
SUZE.	29. Mai 1757. . . 72 21. Mai 1762. . . 66	69	257
		Abaissemens sous le même niveau.	
ST. AMBROISE. .	21. Mai . . . . . . 7 12. Aoust 23	15	173
		Elévation sur le même niveau.	
AVILLIANE. . . .	30. Mai 1757.	1	189
		Abaissemens sous le même niveau.	
TURIN.	Rez-de-ch. de l'*Ac.* (647)	65	123
GÈNES.	Niveau de la *Mer*, (647)	188	0

Nivell. de la route de *Genève* à Motier-Travers, & à Neufchatel en 1763.		Hauteurs sur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	Hauteurs sur la *Mer-méditerranée.* TOISES.
GENEVE. . . .	Au niveau du *Lac*, en Eté.	0	188
NION.	Le 21 9bre. au bord du *Lac*, niveau d'Eté	3	191
MORGES. . . .	Le 21. de même (devroit être à peu-près au même niveau que Nion.	1	189
GOUMOENS. .	Le 23.	123	311
YVERDON. . .	Le même jour, au bord du Lac *de Neufchatel*. . .	25	213
BONVILLARD.	Le 24.	50	238
ROMEIRON. .	Village sur le penchant de la montagne qu'il faut traverser depuis *Bonvillard*, pour aller à *Motier-Travers*.	231	419
L'INVERS. . . .	Au-dessus de *Tevenon*, au plus haut du chemin qui traverse la Montagne. . . .	464	652
PIERNOU. . . .	Métairie, sur le penchant de la montagne du côté de *Motier-Travers*	372	560
MOTIER-TRAVERS,	par des observations du 24me. *Nov.* au 7me. *Dec.* . .	182	370
BROT.	Le 7. Dec. Village sur la route de *Motier* à *Neufchatel*.	241	429
NEUFCHATEL.	Le 8. . . . au bord du *Lac*.	28	316

Par l'observation faite à *Neufchatel*, au bord du *Lac* de ce nom, sa hauteur sur le niveau du *Lac de Genève*, se trouve de 28 *toises*, & par l'observation faite à *Yverdon*, au bord du même *Lac* sa hauteur sur le même niveau, ne seroit que de 25 *toises*. En prenant le milieu entre ces deux résultats; la hauteur du *Lac* de *Neufchatel*, sur le *Lac* de *Genève*, seroit de 26 *toises* $\frac{1}{2}$; & de 314 *toises* $\frac{1}{2}$ sur le niveau de la *Mer-méditerranée*.



Nivellement

Nivellement de la route de *Genève* à *Berne*, en Juin 1764.

		Hauteur sur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	Hauteur sur le niveau de la *Mer-méditerranée*. TOISES.
GENEVE. . . .	Au niveau du *Lac*, en Eté.	0	188
LAUSANNE. . .	Observation du 26 Juin, au *Lion d'or*.	72	260
	Le 16me. au plus haut de la coline de *Lausanne* sur le chemin de *Moudon*. . . .	270	458
MOUDON. . .	Le 16. . . . . . . 72 Le 26. 71	71	259
PAYERNE. . . .	Le 16. . . . . . . 40 Le 26 & le 27 . . . 42	41	229
MORAT.	Le 17. à l'*Aigle*. . . .	44	232
	Au bord du *Lac*	29	217
BERNE.	Au *Faucon*, par des observ. du 18 au 25.	87	275
	Au bord de l'Aar à la *Matte*.	70	258

Par une observation faite au haut de la tour de la *Cathédrale* de *Berne*, auprès d'une petite *lucarne* qui est dans le couvert; comparée à deux autres observations faites ensuite, l'une au bas de l'escalier de la Tour, & l'autre au pied de la terrasse sur laquelle cette Eglise est bâtie: j'ai trouvé que cette *lucarne* est élevée de 160 *pieds* au dessus du bas de l'escalier de la Tour, & de 245 *pieds* au-dessus de la base de la *terrasse*. Comme je n'avois qu'un Baromètre, je n'ai pas pû savoir s'il s'étoit fait quelque changement dans l'air pendant l'intervalle des observations, qui fut de 50 *min*. de la prémière à la dernière.

Par l'observation du 17me., j'ai trouvé la hauteur du *Lac de Morat* sur le niveau du *Lac de Genève*, de 29 *toises*, & je n'avois trouvé que 26 *toises* ½ pour celle du *Lac de Neufchatel* sur le même niveau. Le *Lac de Morat* & celui de *Neufchatel* sont parallèles l'un à l'autre, & séparés seulement par une coline: mais le prémier de ces *Lacs*, est en effet un peu plus haut que le dernier: car il se décharge par une petite Rivière, qui coule vers le *Lac de Neufchatel*, & va se joindre à celle qui sort de ce *Lac*.

754. *Nivellement* de la route de *Genève* à *Beaucaire* par le *Dauphiné*; en 1770.

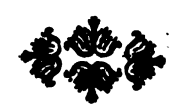
		Hauteur sur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	Hauteur sur le niveau de la *Mer-méditerranée.* TOISES.
GENEVE. . . .	Au niveau du *Lac*, en Eté.	0	188
COLONGE. . .	4 Juillet. . . . . 63 8 Aoust. 62	62	250
CHATILLON. .	4 Juillet.	76	264
LA VOUTE. .	7 & 8 Aoust.	63	251
NANTUA. . . .	7 Aoust.	53	241
CERDON. . . .	Au haut de la *descente*, au commencement du rocher coupé. 5 Juillet. . 61; 7 Aoust. . 66	63	251
		Abaissement sous le même niveau.	
	Au bas de la *descente* sur le gr.-chemin. 5 Juillet. . 32; 7 Aoust. . 28	30	158
EMBOURNAY.	5 & 6 Juillet.	53	135
MEXIMIEUX. .	6 Aoust.	70	118
MONT-LUEL.	6 Juillet. . . . . . 85 6 Aoust. 75	80	108
LYON.	à 4 toises au-dessus du niveau du *Rhône* en Eté; par plusieurs observ. en Juillet & Aoust.	100	88
S. SAPHORIN.	Le 3 Aoust.	84	104
LE PEAGE. . .	Le 2	91	97
AURIOL. . . .	Le Ier.	128	60
MONTLIMAR.	Le 31 Juillet & le 1er. Aoust.	129	59
PIERRELATE. .	Le 31 Juillet.	155	33
ORANGE. . . .	Le 30 & le 31	155	33
AVIGNON. . . .	10e. Juillet. . . . . 173 30e. Juillet. 175	174	14
BEAUCAIRE. .	à 7 *toises* au dessus du niveau du *Rhône* en Eté, par des observ. du 11e. au 30 Juillet.	175	13

Le 8e. Juillet j'observai le Bar. au haut du Clocher de l'Eglise de *Fourvière* à *Lyon*: quelques heures après je l'observai au bord du *Rhône*, au pied de cette coline. Par la comparaison de ces deux observations, le haut du clocher de *Fourvière*, seroit élevé sur le niveau du *Rhône*, de 443 *pieds*.

Nivellement

		Abaissement au dessous du niveau du *Lac* de *Genève*. TOISES.	*Pente* d'un lieu à l'autre. TOISES.	*Hauteur* sur le niveau de la *Mer-méditerranée*. TOISES.
A GENEVE.	. . . .	0		188
			39	
AU PONT DE LUCEI.	Lieu éloigné de *Genève* d'environ 4 lieues, où le *Rhône* s'engouffre dans un Rocher, & disparoit totalement pendant l'espace de quelques *toises*. Observations du 8e. Aoust.	39		149
			65	
A LYON. . .	Observ. du 6 au 9 Juillet. 105 Du 3 au 6 Aoust. . . . 104	104		84
			14	
A CONDRIEU.	9e. Juillet.	118		70
			13	
A VALENCE. .	9e. Juillet. . . . . . 129 Ier. Aoust. 133	131		57
			34	
AU S. ESPRIT.	10e. Juillet.	165		23
			12	
A AVIGNON.	10e. Juillet. . . . 176 30e. 178	177		11
			5	
A BEAUCAIRE,	Observ. du 11e. au 30 Juillet,	182		6
			6	
A son embouchure dans la *Mer-méditerranée*. (639)		188		0

Il me semble que la Pente de *Condrieu* à *Valence* est trop petite comparativement à celle de *Valence* au *St. Esprit*: Elle n'est pas proportionnée à beaucoup près à la différence des *trajets*; & je n'ai pas remarqué non plus dans le *Rhône* une différence de *rapidité* proportionnée à ce qui manque dans la proportion des *pentes* aux *trajets*. Je soupçonne l'observation du 9me. Juillet à *Valence* d'être très défectueuse; & même, que *Valence* est encore plus bas, qu'il n'est indiqué par l'observation du Ier. Aoust.



Je vais rassembler ici toutes les *mesures* que j'ai faites avec le Baromètre dans les montagnes de notre voisinage ; pour la commodité de ceux qui voudroient y avoir recours.

Hauteurs *des lieux les plus connus de la montagne de* Salève.

	Hauteur sur le niveau du *Lac de Genève* en Eté. TOISES.	*Hauteurs* sur le niveau de la *Mer-méditerranée.* TOISES.
Le sol de *Pinchat*, vers les Tuillières de *Vessy* à une lieuë de Salève ; *base* des observations du Baromètre.	24	212
Vers le commencement du *pas-de l'échelle*	122	310
Monetier.	177	365
Le sommet du *petit-Salève*	267	455
La *Grange des Arbres*	413	601
La Croix sur *Crevin*	454	642
Le grand Piton, qui est la plus haute sommité.	512	700

756. Voyage au Mole le 28me. Aoust 1763.

Les Granges des communes d'Aire.	593	781
Le sommet du Mole.	760	948

Voyage à la *Dole* le 29me. Juillet 1764.

GINGIN.	87	275
St. SERGUE.	338	526
Le sommet de la Dole.	658	846

Voyage à la Dole *le* 20me. *Juillet* 1765.

BONMONT, *au rez-de-chaussée du Château*	111	299
La grange du Boule.	392	580
La plus haute Grange de la Dole.	543	731
Le sommet de la Dole.	659	847

		Hauteurs sur le niveau du *Lac de Gen.* en Eté.	Hauteurs sur le niveau de la *Mer, Méditerran.*
St. Joire.	24 Aoust 1765. : :	108	296
Taninge.	24 Aoust 1765. : : . 160 24 Aoust 1770. . . . 160 1/3	160	348
Sixt.	25 Aoust 1765. . . 187 24 25 26 Aoust. 1770. 187 1/2	187	[illegible]
Granges *des Communes*.	25 Aoust 1765. : . 646 26 Aoust 1770. . . . 644 2/3	645	833
Grenier, *au pied du* Grenairon.	25 Aoust 1765. . . : 1123 25 Aoust 1770. . . . . 1119 2/3	1121	130[illegible]
Grenairon. . . .	*sommet de la montagne des Communes*, 25 Aoust 1770.	1204	1392
les Fonds.	*à out des Granges les plus élevées*, 21 à 24 *7bre*. 1770.	498	886
Grasse-Chevre. . . .	*pâturage au Sud des fonds dans la Grange de l'Abäye de* SIXT, *le* 22me.	662	850
le Plan de Léchaud	à sa partie la plus élevée, le 25me.	892	1080
le Glacier de Buet	au sommet, le 25me.	1372	1560

758. Par les exemples que je viens de rapporter de *nivellemens* faits avec le Baromètre, on peut voir que cette méthode mérite déja assez de confiance, pour être employée; & qu'il vaut la peine qu'on travaille à la perfectionner. Il n'en est certainement aucune, qui puisse lui être comparée pour la commodité, lorsqu'il s'agira d'embrasser une grande étenduë de terrein. Je transporte mon Baromètre presque sans aucune peine dans mes voyages; bien loin qu'il m'en coute aucune pour faire mes observations, c'est une occupation agréable; je n'éprouve point d'ennui en voyageant; & je fais ainsi avec plaisir, & en fort peu de tems, ce qui couteroit un tems & une peine immense par les méthodes ordinaires, savoir le *nivellement* de ma route.

Commodité de la méthode de *niveller* les *routes* par le Baromètre.

Elle exige la vérité des observations correspondantes dans un lieu fixe.

Il est vrai que cette méthode demande des observations *correspondantes* bien faites : c'est-à-dire, qu'il faut que celui qui voudra porter un Baromètre en voyage, pour *niveller* sa route ; trouve quelqu'un qui veuille s'assujettir à observer pendant son absence. Il faudra même, quand les voyages seront longs, pouvoir transporter de distance en distance l'*observatoire* fixe ; pour mettre plus de sûreté dans les observations.

Mais il ne doit pas être difficile aujourd'hui de s'en procurer.

Mais il me semble que ce n'est pas trop attendre, du goût qu'on a pris pour la Physique ; & qu'on peut compter qu'il se trouvera aisément, au moins dans toutes les Villes, quelqu'amateur qui se fera plaisir de rendre utiles ses amusemens.

Idées d'observations à faire dans les principales Villes de l'Europe.

759. Il y auroit un moyen d'applanir les difficultés : ce seroit, que dans toutes les principales Villes de l'Europe, quelqu'un voulût se charger du soin d'observer pendant quelques années le Baromètre & le Thermomètre, à des heures fixes de chaque jour ; comme à 8 heures du matin, à une heure après midi, & à 10 heures du soir (ce sont les heures qui me semblent les plus généralement commodes) : & de publier ensuite ses observations tous les trois mois dans les Journaux.

Les voyageurs en profiteroient.

Par ce moyen les voyageurs seroient assurés d'avoir des points de comparaison : ce qui inspireroit le desir d'en profiter.

Et l'on détermineroit par ce moyen les hauteurs de toutes ces Villes.

Mais il résulteroit un avantage plus certain encore de ces observations. C'est que par leur termes moyens, on parviendroit à *niveller* l'Europe ; du moins le sol de toutes les Villes : & l'on pourroit joindre alors, avec sûreté, à leur *longitude* & *latitude*, leur *hauteur sur le niveau de la Mer*. On a vû comment j'ai déterminé celles de *Turin*, de *Lyon*, & de *Beaucaire*, comparativement à notre *Lac* & à la *Mer-méditerranée*. Par des observations plus nombreuses, on s'assureroit d'une plus grande exactitude.

Utilité d'en faire de semblables au bord de toutes les Mers.

Si l'on étendoit ces observations hors de notre continent, qu'on en fît surtout de semblables tout le tour des côtes ; je ne doute pas qu'il n'en résultât des découvertes intéressantes, sur les différences de hauteur de la Mer, sur les causes des vents & des courants, peut-être même sur la figure de la Terre. Il est vrai qu'on ne parviendroit à des conséquences solides

solides à tous ces égards, qu'au travers de bien des difficultés : mais ces difficultés mêmes seroient intéressantes. Elles ne naîtroient pas des observations ; on les feroit aisément partout : elles naîtroient de leurs conséquences ; qui, dans des observations continues, faites à de grandes distances ; & sous des colonnes *entières* de l'Atmosphère, tiendroient à des principes bien différens de ceux qui sont applicables à des observations simultanées, faites sur des portions de colonnes, à de petites distances. Je crois en un mot, que de telles observations, donneroient lieu à des recherches Physiques très délicates, & dignes d'occuper les génies les plus profonds.

Mais il est si commun de substituer l'appareil de l'exactitude, à sa réalité ; que je tremble qu'on ne vienne tout bouleverser par des observations mal faites. Combien de savans, dignes de trouver le vrai, par la fertilité de leur génie ; ne se sont pas exercés dans leur cabinet, à concilier des chimères ! Il est donc à souhaiter, que ceux qui n'ont pas une patience & une dextérité suffisantes, n'apportent rien au dépôt commun. **Conséquences des observations mal faites.**

CHAPITRE DOUZIEME.

Usage du Niveau *&* *du* Graphomètre, *joints au Baromètre pour mesurer les hauteurs. Mesure de celle du* Mont-blanc, *dans les* Alpes *du* Faussigny.

760. J'Ai dit ci-devant, que mon Baromètre me sert en même-tems de *niveau* (507). Je vais expliquer à présent le parti qu'on peut tirer de ce double usage. **Le *niveau* joint au Baromètre.**

Il en résulte d'abord, qu'il n'est pas nécessaire de se transporter avec le Baromètre, dans tous les lieux dont on veut connoître la hauteur : celle du lieu où l'on se trouve, peut servir à en déterminer beaucoup d'autres, par le moyen du *niveau*. Et en montant ou descendant sur le penchant d'une haute montagne ; & joignant toûjours les observations du Baromètre **Son usage pour étendre la *mesure des hauteurs* par le Baromètre.**

romètre à celles du *niveau*; on peut connoître la hauteur de tous les lieux qu'on découvre dans les environs. J'ai vu un peu tard cette extension de la mesure des hauteurs par le Baromètre; c'est pourquoi je n'en ai pas fait un grand usage. Mais il suffit de l'indiquer, pour qu'on voye d'un coup-d'œil combien elle est utile & commode.

Autre extension par quelques opérations *trigonométriques*.

761. On peut joindre même à cet usage du *niveau*, quelques opérations aisées de *Trigonométrie*; & porter plus loin encore par cette réunion, l'utilité du Baromètre dans la mesure des hauteurs. Je vais en donner un exemple.

Le *Mont-blanc* mesuré geométriquement par M. Fatio de Duillier.

Il y avoit long-tems que nous desirions mon frère & moi, de mesurer la hauteur du *Mont-blanc*, ou *Montagne maudite*. Cette montagne qui est dans le *Faussigny*, est la plus élevée de la chaine des *Alpes*, & probablement de tout le Globe, à l'exception des *Cordelières*. M. *Fatio de Duillier* en avoit mesuré la hauteur geométriquement, & il l'avoit trouvée de 2000 *toises* au-dessus du niveau du *Lac* (*a*). Mais sa *base* étoit trop petite, & trop distante de la Montagne, pour qu'on pût compter sur l'exactitude de son opération.

Projet d'une nouvelle mesure geométrique de cette montagne.

762. Nous avions mesuré depuis long-tems, dans le même dessein, une *base* de 4000 *pieds*. On ne voyoit pas le *Mont-blanc* depuis cette *base*; elle devoit nous servir seulement à déterminer la distance de deux points, pris sur des hauteurs voisines d'où l'on voit cette montagne. La raison de ce choix fut, que nous pûmes mesurer notre *base* en plus grande partie sur la glace. Mais le reste de l'opération demandoit beaucoup de tems; & nous n'en avions jamais eu assez pour l'entreprendre.

Abandonné.

Autre mesure à l'aide du Baromètre.

763. La hauteur du *Glacier de Buet*, dont j'ai déja parlé (646); sa proximité du *Mont-blanc*; & la position de cette dernière Montagne, dont on découvre une grande partie depuis les environs de *Genève*; nous firent naître l'idée d'une autre espèce de mesure, lorsque, pour d'autres motifs, nous allâmes à ce *Glacier*. Voici quelles ont été les opérations rélatives à cette mesure.

Nous

(*a*) *Remarque sur l'histoire naturelle des environs du Lac de Genève*, à la fin du II vol. de l'histoire de Genève, par M. Spon.

Nous cherchâmes d'abord, de dessus le sommet du *Glacier*, quelque point du *Mont-blanc*, de niveau avec ce sommet, & qu'on pût découvrir des environs de *Genève*. L'ayant trouvé, nous fîmes un dessein de cette Montagne, dans lequel nous désignâmes notre point. De retour à *Genève*, nous cherchâmes à le découvrir : mais nous éprouvâmes quelques difficultés. D'abord, nous étions en Automne, & le soleil, qui s'étoit abaissé dans l'intervalle des opérations, n'éclairoit presque plus la partie *du Mont-blanc* où étoit notre objet. Outre cela, les montagnes qui sont en avant du *Mont-blanc*, cachent cette partie pour les environs de *Genève*. Si nous avions prévu ce dernier obstacle ; nous aurions pu prendre plusieurs points dans le même niveau, pour choisir ensuite le plus commode. C'est une attention qu'il faudroit avoir en pareil cas : car on peut aisément se tromper dans les montagnes, sur cette *visibilité* des objets depuis certains lieux éloignés.

Un point dans le *Mont-blanc*, de niveau avec une autre montagne mesurée par le Baromètre.

Nous parvînmes cependant à découvrir le nôtre, en montant sur les hauteurs de *Pregny*, à demi lieue de *Genève*, près du *Lac*. Mais il ne fut visible que vers le coucher du soleil. Nous prîmes promptement l'angle de hauteur de ce point, & celui du sommet de la montagne ; & ils se trouvèrent ainsi :

Angles de hauteur de ce point & du sommet pris d'un lieu près du *Lac*.

Angle du sommet du *Mont-blanc*. . . . . . . 3°. 14'.
Angle du point de cette montagne, horizontalement correspondant au sommet du *Glacier de Buet* . . 2°. 2'.

La hauteur du *Glacier de Buet* sur le niveau du *Lac*, déterminé par le Baromètre, est (646) 8229 *pieds*.
Par l'observation du Baromètre sur la coline de *Pregny* & au bord du *Lac* ; nous trouvâmes que nous étions élevés sur son niveau, de . . . 170

Calcul de ces angles pour en conclure la hauteur du *Mont-blanc* sur le *Lac*.

Hauteur du *Glacier de Buet*, & par conséquent du point qui lui correspond horizontalement dans le *Mont-blanc*, sur la Station à *Pregny* } 8059 *pieds*.

En faisant donc la *Tangente* de l'*Angle* de 2°. 2'., égale à 8059 *pieds*, nous aurons la hauteur du *Mont-blanc* sur *Pregny*, par cette analogie :

3550.

3550 (*tang.* 2°. 21'.) : 8059 :: 5649 (*tang.* 3°. 14'.) : 12824.

Correction pour la différence de distance du *point* & du *sommet*.

Mais cette analogie suppose, que les deux points dont nous avons pris les angles de hauteur, sont à même distance de *Pregny*. Or le sommet du *Mont-blanc* en est plus éloigné, que le point horizontalement correspondant au sommet du *Glacier de Buet* : & la distance horizontale de ces deux points, peut bien différer de 4000 *pieds* : ce qui, sur une distance de 227000 *pieds*, qui est celle de notre objet à Pregny, fait une augmentation de 226 *pieds* sur la hauteur du *Mont-blanc*.

Nous avons donc :

Hauteur du *Mont-blanc* sur *Pregny*, par le calcul,	*Pieds* 12824
Pour la différence d'éloignement &c.	226
Hauteur de *Pregny* sur le niveau du *Lac* . . .	170
Hauteur du *Mont-blanc* sur le niveau du *Lac*. . . .	*Pieds* 13220
	Toises. 2203
Haut. du *Lac* sur le niv. de la *Mer-méditerranée* (647) . . .	188
Hauteur du *Mont-blanc* sur le niveau de la *Mer-méditerranée*, ...	*Toises*. 2391

Le *Mont-blanc* plus haut que le *Pic de Ténérife*.

Le *Pic de Tenerife* passe pour la plus haute montagne de l'ancien-monde : cependant elle n'est pas si haute que le *Mont-blanc* : car le *P. Feuillée* ayant mesuré geométriquement, en 1704, la hauteur du *Pic de Tenerife*; ne la trouva que de 2213 *toises* au-dessus du niveau de la Mer (*a*). Et même par une remarque de MM. *de la Condamine* & *Bouguer* sur la mesure du *P. Feuillée*, cette hauteur ne doit être que de 2070 *toises* (281 *note*.)

Cet exemple de la réunion qu'on peut faire des observations baromètriques, aux opérations geométriques, pour abréger celles-ci dans certains cas; fournira peut-être quelques idées utiles. C'est dans cette intention que je l'ai donné.

(*a*) *Mémoire de l'Acad. des Sc. de Paris*, année 1733, *in* 12, *pag.* 60.

CHAPITRE

CHAPITRE TREIZIEME.

Obſervations du Baromètre faites par M. Bouguer *au* Perou, *& par M. l'Abbé* de la Caille *au* Cap. de-bonne-Eſpérance; *qui contribuent à prouver, que les dilatations de l'air ſuivent les mêmes Loix, à toute hauteur & dans tous les climats.*

764. JE vais terminer ce qui regarde l'uſage du Baromètre pour la *meſure des hauteurs*, par l'examen de quelques expériences rélatives au même objet, faites en des climats fort éloignés du nôtre. Il eſt intéreſſant de ſavoir, ſi cette différence dans les lieux, n'en produit point dans les modifications de l'*air*.

Examen de quelques expériences du Bar. faites en des climats trés éloignés.

J'ai déjà parlé pluſieurs fois de la formule qu'a donné M. *Bouguer* pour conclure les hauteurs des lieux, de l'abaiſſement du mercure dans le Baromètre. Cette formule, qui découle d'expériences faites dans un climat bien différent du nôtre, diffère à pluſieurs égards de la mienne. Mais j'ai reconnu que ces différences n'en ſuppoſent point dans la nature de l'*air*; & qu'elles peuvent être expliquées très naturellement, par les mêmes règles d'où découle ma formule: c'eſt ce que je vais montrer.

Celles de M. *Bouguer* au *Perou* ne ſont point contraires aux Loix générales des dilatations de l'*air*.

Application des règles précédentes, aux obſervations faites par M. Bouguer, *au* Perou.

765. M. *Bouguer* ayant fait un grand nombre d'expériences du Baromètre, à des hauteurs connues dans les *Cordelières*, trouva une formule, par le moyen de laquelle, les abaiſſemens obſervés du mercure, donnoient exactement ces hauteurs. Cette découverte étoit très intéreſſante; elle annonçoit du moins quelque Loi régulière dans les condenſations de l'*air*: mais elle perdit beaucoup de ſon prix, lorſque M. *Bouguer*, voulant appliquer ſa formule à des obſervations faites à de moindres hauteurs, s'apperçut qu'elle n'y quadroit point avec les meſures

Il croyoit cependant que ſes condenſations ſuivoient, dans la partie inférieure de l'Atmoſphère, des Loix différentes qu'à de grandes hauteurs.

actuelles ; que par conséquent il falloit l'abandonner pour la région de l'*air* où elle eût été le plus utile ; puisque c'est celle que nous habitons.

Son hypothèse pour expliquer cette différence.

L'embarras où se trouva M. *Bouguer*, dans la recherche des causes de cette différence apparente entre la partie inférieure de l'Atmosphère & les régions plus élevées, lui fit imaginer son systême de l'inégale *vertu* élastique dans les particules de l'*air*, dont j'ai parlé dans ma Iere. PARTIE. Heureusement que ce systême n'est pas d'accord avec l'expérience ; car s'il l'étoit, il eût fallu renoncer, non-seulement à la mesure des *hauteurs* par le Baromètre ; mais en général à celle de la densité actuelle & locale de l'air : & c'eût été un grand vuide dans la Physique.

Elle n'est pas d'accord avec l'expérience.

M. Bouguer lui-même s'en défioit.

M. *Bouguer* sentoit à la vérité, qu'il ne donnoit là qu'une hypothèse, dont le principal mérite étoit de donner lieu à de nouvelles expériences, auxquelles il invitoit les Physiciens ; desirant beaucoup, qu'on pût parvenir à perfectionner cette partie de la Physique générale.

Je fus véritablement satisfait, lorsque je vis pour la prémière fois cet ouvrage, d'avoir concouru aux vuës de son Auteur. Je me félicitois de pouvoir lui apprendre, que le haut de la *Cordelière* n'est pas la seule Région, où les condensations de l'*air* suivent des Loix régulières : sa mort m'a privé de cette satisfaction. Cependant il m'est resté celle de communiquer le succès de mon travail à l'un de ceux qui avoient le plus secondé M. *Bouguer* dans ses expériences, & qui en avoit fait lui-même un grand nombre dans le même climat. C'est de M. *de la Condamine* que je parle : on sait combien il avoit à cœur cette partie de la Physique ; & je dois beaucoup au courage qu'il m'a inspiré par l'intérêt qu'il a pris à mon travail. Quoique je n'aie point fait d'observations suivies dans des lieux élevés de plus de 700 *toises* au-dessus du niveau de la Mer ; & que ce soit dans la partie inférieure de l'Atmosphère que j'ai trouvé ma règle ; j'ai lieu de croire qu'elle est applicable avec autant & même plus d'exactitude à de plus grandes hauteurs. Car indépendamment de toutes les corrections que j'ai faites au Baromètre, qui le rendent d'une utilité générale ; je n'ai rien introduit dans ma méthode qui ne

ne s'accorde avec des principes généraux, que la différence des hauteurs terrestres ne peut changer. On voit même par le détail de mes observations, que plus les lieux où elles ont été faites sont élevés, plus les hauteurs données par ma règle approchent de l'exactitude.

Cependant cette règle est différente de celle de M. *Bouguer*, qui parle aussi d'après l'expérience. On pourroit dire que ses observations ont été faites en Amérique, & les miennes en Europe, & que la différence des climats influë sans doute sur la nature de l'*air*. Mais cette Solution de la difficulté particulière, ne feroit qu'augmenter la difficulté générale. Heureusement je puis démontrer assez bien, que les expériences mêmes de M. *Bouguer* servent de preuve à ma règle: & j'avouë que ma satisfaction à cet égard augmente, par l'idée de rendre utiles, des expériences qui ont couté beaucoup de peine à des hommes rares; & qui peut-être ne seront jamais répétées.

766. Pour établir les différences qui se trouvent entre la règle de M. *Bouguer* & la mienne, & la conformité qu'il y a cependant entre les résultats de nos expériences, je vais rappeller ici les principaux passages de son mémoire qui donnent une idée de cette règle, & des expériences qui lui ont servi de fondement.

Exposition de la règle de M. *Bouguer*.

« (*a*) Si on prend la différence des logarithmes des hau-» teurs du mercure exprimées en lignes, & qu'on ne se serve » que des quatre prémières figures après la caractéristique, » il suffira d'en retrancher une trentième partie, pour avoir » la hauteur de la montagne exprimée en *toises*.

» (*b*) On s'étoit proposé jusqu'à prèsent de trouver immé-» diatement les hauteurs absolues des montagnes, en consi-» dèrant le niveau de la Mer comme prémier terme; les » raisons que nous venons d'exposer, prouvent qu'il faut » nècessairement prendre les choses dans le sens contraire, » & partir toûjours de points très élevés, qui soient situés » dans cette région supérieure, où l'intensité du ressort de » l'air est exactement la même, & où la hauteur du mercure

(*a*) Mém. de l'Ac. des Sc. année 1753. in 12. pag. 776. 4°. pag. 619.

(*b*) *Ibid.* in-12. 791. 4°. pag. 529.

 est

» est en même tems moins variable. Il faut remarquer aussi » que les circonstances dans lesquelles nous nous sommes trou- » vés, nous ont obligés de charger toûjours nos Baromètres » sans faire chauffer le mercure. Lorsqu'on a donc des expé- » riences faites de la même manière sur les plus hautes mon- » tagnes d'Europe, on pourra trouver, par la différence des » logarithmes, combien elles sont moins élevées que celle » de la *Cordelière* du Pérou, & on inférera ensuite la hau- » teur absoluë. Le P. Sebastien Truchet observa, par ex- » emple, sur le Mont-d'or, que le mercure s'y soutenoit » à 22 *pouc.* 2 *lig.*: cette hauteur, comparée à 15 *pouces* 11 » *lignes*, qui est la hauteur du mercure sur Pitchincha, fera » trouver que le Mont-d'or est moins haut que l'autre mon- » tagne, de 1391 *toises*, & qu'il a par conséquent 1043 *toises* » de hauteur, ce qui ne différe que de 5 *toises* de la hau- » teur (1068 *toises*) déterminée géométriquement par Mr. » Cassini.

Défauts de sa méthode.

767. Pour ne pas entrer dans de trop grands détails dans la comparaison de mes expériences & de ma méthode avec celles de Mr. *Bouguer*; je réduirai aux quatre chefs suivants, les différences qui se trouvent entr'elles; ou ce que je regarde comme des défauts dans celle de M. *Bouguer*.

Son Baromètre devoit se tenir trop bas.

Il trouvoit donc les hauteurs trop grandes par les logarithmes.

1°. Son Baromètre n'avoit pas été purgé d'air par le feu, & il étoit fait d'un tube droit, plongé dans un vase de mercure; Par ces deux raisons, ce Baromètre devoit se tenir plus bas que le mien qui est exactement purgé d'air, & dont le tube est un simple siphon (346 & 384.). De cette prémière disparité entre la méthode de M. *Bouguer* & la mienne, c'est-à-dire de ce que son Baromètre devoit constamment se tenir plus bas que le mien, il en résulte, qu'à égale différence de hauteur du mercure, celle des *logarithmes* devoit être plus grande pour les observations de M. *Bouguer* que pour les miennes; parce que les différences des *logarithmes* des nombres également éloignés l'un de l'autre dans l'échelle numérique, deviennent d'autant plus grandes, que les nombres sont plus petits (556).

Il n'exige point qu'on ait égard à la différence de chaleur du mercure.

2°. Les corrections que je fais sur la hauteur du mercure dans le Baromètre, quand la température est différente d'un certain point fixe, réduisent cette hauteur à ce qu'elle seroit, si

ſi le Baromètre étoit toûjours affecté du même degré de chaleur. M. *Bouguer* n'a point fait cette correction ; & cependant l'augmentation de la chaleur devoit faire baiſſer ſon Baromètre, parce qu'il n'étoit pas purgé d'air au feu (353). De ſorte qu'indépendamment des variations produites par la différence d'élévation des lieux ; il ſe faiſoit d'autres variations dans ce Baromètre, produites par les différences de la chaleur, dont M. *Bouguer* ne tenoit pas compte.

3°. Dans les obſervations du Baromètre rélatives à la meſure des hauteurs, j'ai égard au degré de chaleur de l'air, & je réduis toutes les obſervations à une température fixe (372). M. *Bouguer* ne fait pas cette correction. ni à celle de l'air.

4°. Enfin il ſouſtrait toûjours une trentième partie de la hauteur donnée par les logarithmes ; au lieu que je n'y fais point de changement fixe : il eſt même une température de l'air pour laquelle je n'en fais point ; la hauteur étant donnée immédiatement par les logarithmes dans cette température (587).

Il fait une déduction conſtante ſur la différence des log. des hauteurs du mercure.

Je ne regarde pas comme une différence eſſentielle, d'abandonner la *caractériſtique* des *logarithmes*, comme le fait M. *Bouguer* ; parce qu'elle eſt la même pour tous les logarithmes des hauteurs du mercure qu'on peut obſerver : cependant elle eſt néceſſaire quelquefois, comme on le verra dans la ſuite.

La caractériſtique des logarithmes négligée par M. Bouguer eſt utile en certains cas.

768. Les différences que je viens d'indiquer ſont certainement eſſentielles. Cependant par la nature des circonſtances qui accompagnèrent les expériences de M. *Bouguer*, ſa méthode & la mienne peuvent donner les mêmes réſultats dans ces cas particuliers. Je vais indiquer ces circonſtances & leurs effets.

Cependant la méthode de M. *Bouguer* & celle qui eſt propoſée dans cet ouvrage s'accordent pour les obſ. faites dans les *Cordelières*.

769. Je remarque d'abord que les deux prémiers défauts de la méthode de M. *Bouguer* peuvent s'être compenſés dans ſes expériences.

Les deux prémiers défauts peuvent s'être compenſés.

On ſçait que la chaleur diminuë à meſure qu'on monte ſur les montagnes : celles du *Perou* ne s'écartent pas de la règle générale ; puiſque la neige couvre leurs ſommets. Ainſi puiſque le Baromètre de M. *Bouguer* étoit conſtruit de manière qu'il devoit ſe tenir d'autant plus haut, que la chaleur étoit moindre ;

Le ſecond tend à diminuer la hauteur.

dre ; il devoit se tenir trop haut dans la Station supérieure ; rélativement à l'inférieure : ou ce qui revient au même, il ne devoit pas autant baisser lorsqu'on montoit, qu'il auroit baissé sans ce défaut. La différence des hauteurs du mercure dans les deux postes étoit donc moindre qu'elle ne devoit être naturellement, & par conséquent la différence des *logarithmes* de ces hauteurs devoit être trop petite pour donner la *hauteur* des lieux. Mais par le prémier défaut de la méthode de M. *Bouguer* ; cette différence des *logarithmes* devoit être trop grande (767 1°.). Donc les effets de ces deux prémières différences de la méthode de M. *Bouguer* comparée à la mienne, ont pû se compenser ; & le résultat des deux méthodes, à ne considérer que ces différences, a pu se trouver le même.

Le premier tend à l'augmenter.

Les deux autres se compensent plus sûrement encore.

770. Je vois une compensation plus probable encore, dans les deux dernières différences de nos méthodes. M. *Bouguer* n'avoit pas égard à la température de l'air, pendant ses observations ; mais conduit par ses expériences, il déduisoit toûjours une trentième partie de la différence des *logarithmes* des deux hauteurs du mercure. Or je fais une déduction égale à celle-là, quand la chaleur de l'air est — $16\frac{2}{3}$ de mon Thermomètre (611), qui correspondent à-peu-près au *tempéré* ; & je crois pouvoir supposer très-probablement, que c'étoit-là le degré moyen de chaleur de l'Atmosphère, dans les lieux où M. *Bouguer* fit ses observations ; puisque toutes les rélations des voyageurs, s'accordent avec la sienne pour nous apprendre, que vers la hauteur moyenne de la *Cordelière*, on éprouve un Printems perpétuel. (*a*).

La température constante dans les *Cordelières* exige la déduction constante faite par M. *Bouguer* sur la différence des logarithmes.

(*a*) Voici comment s'exprime M. » *Bouguer* dans un Mém. sur la dilatation » des métaux. (Mém. de l'Ac. des Sc. » de Paris, année 1745). Presque tou» tes les fois que j'ai parlé de *Quito*, » j'ai eu occasion de dire que la tempé» rature de cette Ville pendant toute » l'année, pouvoit se comparer à celle » dont on jouït en France vers le milieu » du Printems ou le milieu de l'Automne. » Non-seulement l'air qu'on respire dans » cette Capitale, de même qu'à la Cam» pagne, qui est toûjours ornée de Ver» dure, marque le climat *tempéré* ; mais » le Thermomètre de M. *de Reaumur* y in» dique ordinairement 13 ou 14 degrés. » Comme les observations du Baromètre rapportées par M. *Bouguer* ont été faites sur des montagnes plus élevées que *Quito*, on peut supposer sans erreur sensible, comme je le fais dans le texte : que la température moyenne de la colonne d'air mesurée par le Baromètre étoit au *tempéré*, soit aux environs de 10 *degrés* de M. de *Reaumur*.

771. Il reste un point à expliquer dans les expériences de M. *Bouguer* ; c'est leur uniformité entr'elles & avec celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*, quoiqu'ils n'ayent pas emploié des précautions que j'ai indiquées comme indispensables. Je crois pouvoir attribuer cet accord, à un heureux concours de circonstances, qu'il n'est pas difficile de concevoir. Ce que je viens de dire sur l'égalité de température de l'air dans la moyenne Région des *Cordelières*, qui est un fait, léve déjà la plus grande partie de la difficulté. Car cette circonstance contribuë non-seulement à l'uniformité de poids de l'Atmosphère ; mais encore à celle du rapport des hauteurs du mercure dans les Baromètres placés à différentes élévations, quoiqu'on ne fasse point de correction pour la différence de chaleur dont le mercure est affecté. J'ajouterai, que suivant les observations de MM. *de la Condamine* & *Godin*, le Baromètre ne varie presque point dans ces climats.

Raisons de l'accord des expériences de M. *Bouguer* avec celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*.

L'égalité de température.

Le peu de variation du Baromètre.

Ce n'est donc pas à un concours de compensations dans des vicissitudes de l'Atmosphère, qu'il seroit difficile d'admettre ; mais à un singulier assemblage d'uniformités, particulières au climat où ces MM. ont fait leurs observations, qu'on doit attribuer l'accord qu'elles ont entr'elles. Il faut remarquer aussi, que les lieux auxquels ils rapportoient leurs observations, étoient élevés de plus de 1000 *toises* au-dessus du niveau de la mer : ce qui augmente beaucoup la probabilité d'un état permanent de l'Atmosphère. Aussi a-t-on vu, que M. *Bouguer* remarque lui-même ; que lorsqu'il descendoit plus bas, il ne trouvoit plus la même Loi.

La grande hauteur des lieux.

772. Tout ce que j'ai dit ci-devant des vicissitudes auxquelles la partie inférieure de l'Atmosphère est exposée, & ce que l'on connoît des variations du Baromètre sur les montagnes de l'Europe, s'oppose à l'idée qu'avoit M. *Bouguer*, que pour mesurer les montagnes par le Baromètre, il falloit comparer les nouvelles observations, avec celles qu'il avoit faites sur quelque Pic des *Cordelières*, dont la hauteur étoit connuë.

Mais ces causes de conformité ne se trouvent pas partout.

Il est vrai que cette méthode lui a réussi pour estimer la hauteur du *Mont-d'or* en Auvergne, comparativement à celle de

Exemple tiré du *Mont-d'or* où la hau-

teur du mercure eft variable.

de *Pitchincha*, qui eft une fommité de la *Cordelière*. Il fe fert pour cela d'une obfervation faite en 1705 par le Père *Sebaftien Truchet* fur le *Mont-d'or*, où il trouva la hauteur du mercure à 22 *pouc.* 2. *lign.* Mais cette hauteur n'eft pas invariable; puifqu'on voit dans les Mémoires de 1740, que M. *Caffini de Thury* ayant obfervé le Baromètre au même endroit, le trouva à 22 *pouc.* 5 *lign.*, ce qui diminuë de 47 *toifes* le réfultat du calcul. Je fuis perfuadé même, que cette différence peut être plus grande encore; car il pleuvoit lorfque M. *Caffini* fit fon obfervation; & il eft probable, que s'il eût fait beau tems, le mercure fe feroit tenu plus élevé; & qu'ainfi, la différence de la hauteur obfervée au *Mont-d'or*; comparée à celle que M. *Bouguer* obferva fur *Pitchincha*, étant plus grande; elle auroit affigné encore moins de hauteur à la prémière de ces montagnes: car plus la hauteur du mercure fur le *Mont-d'or* fera grande, plus elle s'éloignera de la hauteur obfervée fur *Pitchincha*, qui eft moindre; & par conféquent, plus le fommet du *Mont-d'or* paroîtra abaiffé au deffous de celui de *Pitchincha*.

On peut trouver la hauteur d'une montagne fur un lieu donné, par des obferv. fimultanées.

773. Je penfe avec M. *Bouguer*, qu'il ne faut point chercher la hauteur abfoluë des lieux, en confidérant le niveau de la Mer comme le prémier terme (550). Mais on peut connoître la hauteur d'une montagne fur un lieu donné; par l'obfervation du Baromètre dans ce lieu & fur la montagne. C'eft ce que j'ai prouvé par le détail de mes expériences.

Les condenfations de l'air font foumifes aux mêmes loix dans les montagnes d'*Europe* & dans celles d'*Amérique*.

774. Si M. *Bouguer* n'eût pas trouvé tant d'uniformité dans les réfultats de fes obfervations & de celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*, faites vers le haut de la *Cordelière*; & qu'au contraire il y eût éprouvé les mêmes variations qu'il remarqua lorfqu'il defcendit au-deffous de *Quito*; la fertilité de fon génie lui en auroit fait sûrement foupçonner les raifons. Mais le manque de loifir & de bons inftrumens, ne lui auroit peut-être pas permis de pouffer bien-loin fes recherches. On peut donc regarder comme une circonftance très-favorable, l'uniformité d'état de l'air dans les principales de ces obfervations. En mon particulier je dois à cette circonftance, & au travail de ces Meffieurs, une preuve très forte, que ma règle peut être emploiée avec fuccès à la mefure des plus grandes

grandes hauteurs ; & dans des Païs fort éloignés de ceux où j'ai fait mes expériences : puisque je viens de montrer, qu'elle s'accorde très naturellement avec leurs observations, faites sur les plus hautes Montagnes de la Terre, & dans un climat bien différent de celui que nous habitons.

*Application des mêmes règles à des observations du Baromètre, faites par M. l'*Abbé de la Caille *au* Cap de bonne-Espérance.

775. Aux preuves tirées des observations faites au *Pérou*, qui établissent la généralité de ma règle, je puis en ajouter une autre, qui fortifiera ces prémières. Je la tire d'un Mémoire de M. *l'Abbé de la Caille*, qui a pour titre : *diverses observations Astronomiques & Physiques, faites au Cap de-bonne-Espérance* (Mém. de l'Ac. année 1751). Parmi les choses intéressantes que ce mémoire renferme, on y voit des observations du Baromètre faites sur la montagne *de la Table*, voisine de la Ville *du Cap*. Le soin qu'a pris M. *de la Caille* d'indiquer la plupart des circonstances qui ont accompagné ces observations, me met en état de les comparer aux miennes. J'entreprens cet examen d'autant plus volontiers ; qu'en montrant par là, quel parti on peut tirer d'expériences bien décrites ; je justifierai les détails dans lesquels on m'a vu entrer, & qui auront pu paroître des longueurs. Obs. du Bar. faites au Cap de-bonne Espérance par M. l'Abbé *de la Caille.*

776. M. *l'Abbé de la Caille* ayant mesuré géometriquement l'élévation de deux signaux qu'il avoit établis sur la montagne *de la Table* ; trouva le *signal Oriental*, élevé de 534 *toises* $\frac{1}{2}$, & le *signal Occidental* de 542 $\frac{1}{2}$: l'une & l'autre de ces hauteurs étant comptées depuis le niveau de la Mer. Mesure géométrique de la hauteur de deux signaux sur la montagne *de la Table.*

777. Le 22me. Septembre 1751, après avoir fait bouillir le mercure dans son Baromètre ; il observa sa hauteur auprès des deux signaux ; & il la trouva à 11 heures $\frac{1}{2}$ du matin, de 24 *pouc.* 10 *lig.* $\frac{1}{5}$ à la partie Orientale ; & à Midy $\frac{1}{2}$. de 24 *pouc.* 9 *lign.*, à la partie Occidentale. Observ. du Bar. aux deux signaux.

778. Le Baromètre auquel les observations faites à la montagne devoient être rapportées, étoit placé dans l'observatoire de M. *de la Caille*, élevé de 12 à 15 *pieds* au-dessus Observations correspondantes au bord de la Mer.

du

du niveau de la Mer. Le mercure avoit aussi bouilli dans son tuyau ; & par conséquent il devoit être à-peu-près d'accord avec celui de la montagne. La hauteur du prémier étoit à quatre heures du matin 28 *pouc.* 3 *lign.* $\frac{1}{4}$; & à Midy, 28 *pouc.* 1 *lign.* $\frac{2}{3}$: il continua à baisser jusqu'au soir. Il s'étoit donc fait une variation de plus de 2 *lignes* dans 8 heures, ce qui fait environ $\frac{1}{4}$ de *ligne* par heure : de sorte qu'à 11 heure $\frac{1}{2}$, le mercure devoit être dans le Baromètre du *Cap*, à 28 *pouc.* 1 *lign.* $\frac{19}{24}$; & à Midy $\frac{1}{2}$ à 28 *pouc.* 1 *lign.* $\frac{13}{24}$.

Remarque sur les Bar. emploiés par M. *l'Abbé de la Caille*.

779. Les Baromètres de M. *de la Caille* avoient un *réservoir* ; & par conséquent ; ils devoient se tenir un peu plus bas que celui dont je me suis servi pour mes expériences (384). Je suppose que cette différence est d'1 *ligne* ; que j'ajoute uniformement à toutes les observations ci-dessus, tant du *Cap*, que de la *Montagne*, pour les calculer par les *logarithmes* suivant ma règle (551). Ainsi les hauteurs du mercure seront :

Pour la partie Orientale.

à 11 heures $\frac{1}{2}$	Au *Cap* . . .	28 *pouc.*	2 *lign.* $\frac{19}{24}$,	soit . . .	338 *lig.*	$\frac{19}{24}$
	à la *Montag.*	24 . . .	11 . . $\frac{2}{3}$		299 . . .	$\frac{2}{3}$

Pour la partie Occidentale.

à Midy $\frac{1}{2}$	Au *Cap* . . .	28 *pouc.*	2 *lign.* $\frac{13}{24}$,	soit . . .	338 *lig.*	$\frac{13}{24}$
	à la *Montagn.*	24 . . .	10		298	

Calcul des observations.

780. En prenant la différence des *logarithmes* de ces hauteurs du mercure, & divisant par 1000, ou trouvera 537 *toises* ; pour la *partie Orientale* ; & 554, pour la *partie Occidentale* : & comme le Baromètre du *Cap* étoit élevé d'environ 2 *toises* au-dessus du niveau de la Mer ; il faut les ajouter à ces deux hauteurs ; qui seront alors, 539 & 556 *toises*. La différence du prémier résultat avec la hauteur réelle, est donc 4 *toises* $\frac{1}{2}$; & celle du second 13 *toises* $\frac{1}{2}$.

781.

781. Il s'agit à present de chercher quelle peut être la raison de ce que la dernière de ces différences, est plus grande que la prémière. On a pu voir dans la description que j'ai donnée de mon Baromètre & de toutes les pièces dont il est accompagné, combien de précautions il faut prendre pour observer uniformément : une *demi-ligne* de différence dans la hauteur du mercure à l'une des Stations de M. l'Abbé *de la Caille*; suffiroit pour rendre égales, les différences des résultats de ses observations. Or une erreur de *demi-ligne* peut se faire très aisément; soit par la mesure des colonnes, dans un tube isolé comme étoit celui de M. *de la Caille*; soit par la situation de ce tube; mais surtout par une différence dans le degré de chaleur dont le mercure est affecté. Je remarquerai sur ce dernier objet; que M. l'Abbé *de la Caille* partit du *Cap*, le matin même du jour où il fit les observations dont je parle; il avoit à monter 534 *toises* en hauteur verticale, sur une montagne qui est à quelque distance de la Ville : lorsqu'il fut au sommet, il chargea son tube, & il y fit bouillir le mercure, sur un feu qu'il fallut préparer. Cependant à 11 heures $\frac{1}{2}$ du matin, il fit sa prémière expérience. Ce court espace de tems me fait présumer, que le mercure de son Baromètre étoit plus chaud dans ce moment-là, qu'il ne le fut une heure après, lorsqu'il fit sa seconde observation; & que par conséquent il devoit se tenir trop haut dans la prémière. Cela seul, peut avoir occasionné la différence dont il s'agit.

Remarques sur les différences.

La différence de chaleur du mercure peut avoir produit le petit excès de l'une sur l'autre.

782. De la comparaison des résultats entr'eux; si l'on passe à leur différence moyenne d'avec les hauteurs mesurées géométriquement; on trouvera, que les *hauteurs* fournies par ma règle, excédent de 9 *toises*, ces hauteurs mesurées. Si le Thermomètre eût été observé auprès du Baromètre, à la *Montagne* & au *Cap*, pour corriger les hauteurs observées du mercure; cette différence seroit probablement moins grande. Car il devoit faire plus chaud dans la plaine, qu'au sommet de la montagne; & par conséquent le Baromètre du *Cap* devoit être plus échauffé, que celui dont M. *de la Caille* se servoit; sur-tout dans la dernière observation. Si cela est, le Baromètre de la montagne étoit trop bas, rélativement à celui de

Les différences elles-mêmes proviennent sans doute en partie de la diff. de chaleur du mercure au Cap. & sur la montagne.

plaine ; & par cela même il indiquoit trop de *hauteur*.

Remarques ſur la température de l'air indiquée par ces *différences*.

783. Je n'ai conſideré encore que le calcul immédiat des abaiſſemens du mercure ſur la montagne de *la Table* ; il s'agit à préſent d'examiner, quelle eſt la température de l'air qu'indiquent les réſultats. Lorſque le calcul des abaiſſemens du mercure, donne immédiatement la hauteur des lieux ; cela ſuppoſe que la température eſt à + 16 $\frac{3}{4}$ du Thermomètre de mercure diviſé en 80 parties (588) : mais dans le cas préſent, il donne *9 toiſes* de trop, en ne faiſant aucune correction pour la différence de chaleur dont le mercure étoit affecté au *Cap* & ſur la *montagne* ; ce qui ſuppoſe que la température de l'air étoit à + 14 ; ou un peu plus haut, ſi l'on fait quelque correction pour cette différence. Or ces obſervations ont été faites le 22 Septembre, c'eſt-à-dire à l'entrée du Printems ; par un fort beau jour ; dans un climat, où le terme moyen entre la chaleur de l'Eté & celle de l'Hiver eſt + 16. Il eſt donc très probable, que l'air étoit alors au *Cap*, à peu-près à cette température.

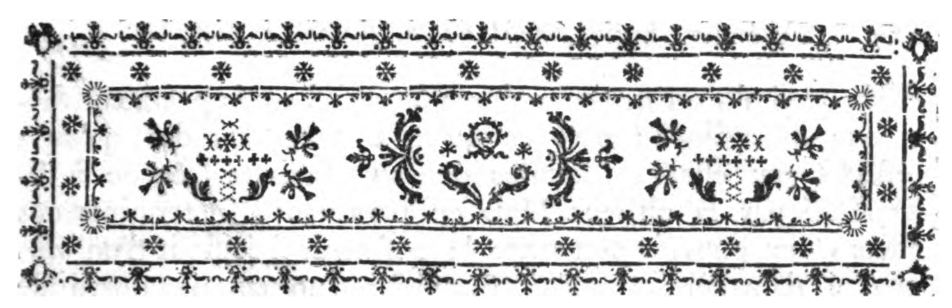
Et ſur la température probable.

L'air eſt donc ſoumis aux mêmes loix en *Europe*, en *Afrique*, en *Amérique* & probablement par-tout.

784. Les limites étroites dans leſquelles ſe trouve renfermé ce qu'il y a d'arbitraire dans mes conjectures, me permettent donc de penſer ; qu'en faiſant au *Cap de-bonne-Eſpérance*, les mêmes obſervations que j'ai faites à *Genève* ; on trouveroit les mêmes réſultats. Et joignant à cette conſéquence, celles que j'ai tirées ci-devant des expériences faites dans les *Cordelières* ; il me paroît aſſez évident : que l'air ſuit par-tout les mêmes loix dans ſes modifications ; & que ma règle pour meſurer les hauteurs par le Baromètre, peut être regardée comme générale.



CINQUIEME



CINQUIÈME PARTIE.

Considérations générales sur l'utilité des Expériences du Baromètre.

INTRODUCTION.

785. Quoique la mesure des *hauteurs* par le Baromètre ait été mon objet principal, dans les expériences qui servent de fondement à cet ouvrage ; cependant, toutes les découvertes qui ont successivement perfectionné ma règle pour cette *mesure*, n'étant que des moyens de connoître plus exactement les modifications qu'éprouve l'Atmosphère ; seront applicables à tous les cas, où le poids, la densité ou l'élasticité de l'*air* pourront avoir quelque influence. Je ne me propose pas de faire l'énumération de tous ces cas ; mais seulement de donner dans cette PARTIE, quelques applications particulières des principes que j'ai établis.

Pour mesurer les hauteurs par le Bar. il falloit connoître les modifications qu'éprouve l'air.

Cette mesure n'est donc qu'une conséquence d'un principe de Physique générale.

CHAPITRE PREMIER.

Moyen de connoître sûrement la pesanteur spécifique actuelle de l'air.

786. Plusieurs Physiciens ont entrepris de déterminer la pesanteur spécifique de l'*air*. Mais comme son poids est très variable, & très petit en comparaison de celui des corps auquel on l'a comparé ; les moyens qu'on a employé jusqu'ici, n'ont donné que des résultats très vagues.

Recherche de la pesanteur spécifique de l'*air*.

Cette recherche tient aux mêmes principes que la mesure des hauteurs par le Baromètre.

En général, on ne peut point assigner à l'*air* de pesanteur spécifique déterminée : c'est ce qu'on a reconnu, dès qu'on a réfléchi aux effets nécessaires de son élasticité, & de sa dilatabilité par la chaleur. Mais en parvenant à déterminer ces effets, on pouvoit connoître la pesanteur spécifique d'un *air*, chargé d'un certain poids, & affecté d'un certain degré de chaleur. Cette recherche tenoit donc aux mêmes principes que la mesure des hauteurs par le Baromètre ; & la solution de ce dernier problème, fournit presqu'immédiatement celle du prémier : c'est ce qu'on va voir.

Formule pour trouver le rapport des poids de l'*air* & du *mercure* par un certain degré de *chaleur*, dans un lieu & un tems donnés.

787. Quand l'*air* est à une certaine *température* ; si l'on divise le nombre 26094 par la hauteur du *mercure* dans le Baromètre exprimée en *lignes*, le quotient donne, en *pieds*, la hauteur de la colonne d'air qui, dans le lieu & au moment de l'observation, fait équilibre à une *ligne* de mercure, affecté aussi d'un certain degré de *chaleur*. Telle est une des formules de ma règle pour la mesure des hauteurs par le Baromètre (579). On a donc le rapport des hauteurs d'une colonne d'*air* & d'une colonne de *mercure*, de même base & de même poids : & par conséquent on a le rapport de leurs pesanteurs spécifiques ; qui est l'inverse du prémier.

Modification pour les différences de la *chaleur*.

788. Mais la densité de l'*air* & celle du *mercure*, changent sans cesse, par les variations de la *chaleur*. Il falloit donc modifier la prémière règle, pour ces effets distincts de la même cause. Ce sont les fonctions de deux Thermomètres : dont l'un, qui accompagne le Baromètre, indique le degré de *chaleur* du *mercure* ; & l'autre, exposé à l'*air* libre, sert à marquer la *température* de la colonne d'*air* qu'on veut mesurer.

Thermomètres à cet usage.

Echelles de ces Thermomètres.

Le *zéro*, placé différemment sur ces Thermomètres, indique dans l'un & dans l'autre, la *température* où la prémière règle est exacte sans correction. Leurs *degrés* diffèrent aussi en grandeur : ils sont dans des rapports commodes avec les quantités qu'ils doivent modifier. Ainsi les *degrés* du Thermomètre qui accompagne le Baromètre, représentent des *seiziémes* de *ligne*, dont la hauteur du *mercure* doit être diminuée,

diminuée, si ces *degrés* sont au-dessus de *zéro*; ou dont elle doit être augmentée, s'ils sont au dessous (372 & *suiv.*): & les *degrés* du Thermomètre destiné à marquer la température de l'*air*, expriment des 500$^{mes.}$ (ou ses *demi-degrés* des 1000$^{mes.}$) dont il faut au contraire augmenter le *quotient* de la division exigée par la prémière règle, quand ces *degrés* sont au-dessus de *zéro*; ou le diminuer, lorsqu'ils sont au-dessous (611).

Application des régles précédentes.

789. Je suppose par exemple, qu'on observe le Baromètre dans un certain lieu, & qu'on l'y trouve à 324 *lig.* $\frac{5}{12}$, & que le Thermomètre qui l'accompagne soit à + 5. Je suppose aussi que la *température* de l'*air* soit à — 15 $\frac{3}{4}$ de l'autre Thermomètre.

Suivant la règle, on déduira d'abord $\frac{5}{12}$ de *ligne* de la hauteur observée du Baromètre, pour les 5 *deg.* dont son Thermomètre est au-dessus de *zéro*; afin que cette hauteur observée du Baromètre, soit réduite à ce qu'elle feroit, par le degré de *chaleur* qui correspond au *zéro* du Thermomètre qui l'accompagne: c'est celle qui tient à + 10 le Thermomètre dont l'échelle est divisée en 80 *parties* entre les deux *termes fixes* (372). La hauteur corrigée du Baromètre sera donc 324 *lignes*, ou 27 *pouces*. Divisant ensuite 26094 par 324, on aura au *quotient* 80 *pieds* 6 *pouc.* 5 *lig.* = 11597 *lignes*; qui seroient la hauteur de la colonne d'*air* qui fait équilibre à 1 *ligne* de *mercure*, dans le lieu & au moment de l'observation; si la *température* de cette colonne d'*air* étoit au *zéro* du Thermomètre destiné à l'observer. Mais dans le cas présent, sa température est supposée à — 15 $\frac{3}{4}$ (qui correspondent aussi à + 10 de l'Échelle divisée en 80 *parties* (610), c'est-à-dire au même degré de *chaleur* où nous avons ramené le mercure). Il faut donc, suivant la règle, faire la soustraction suivante: $11597 - \frac{11597 \times 15\frac{3}{4} \times 2}{1000} = 11232$ *lignes*. Ce qui donne la vraie hauteur de la colonne d'*air*; égale en poids à une colonne d'1 *ligne* de mercure, dans le lieu & au moment supposés. Les hauteurs de ces colonnes de *mercure* & d'*air*, de même base & de même poids, sont donc entr'elles comme 1 à 11232: & par conséquent

 leurs

leurs pesanteurs spécifiques sont comme 11232 à 1.

Il reste à déterminer exactement le poids du *mercure*.

790. On voit par cet exemple, que dès qu'on connoîtra exactement le poids absolu d'un volume quelconque de *mercure*, dans le *vuide*, & réduit à une *température* déterminée; on pourra connoître aussi exactement, le poids absolu d'un même volume d'*air*, en tout lieu & dans tel moment qu'on voudra.

Je ne crois pas qu'il soit bien difficile de déterminer le poids absolu du *mercure* dans ces deux circonstances. Je m'étois proposé de le tenter; mais je n'ai jamais eu assez de loisir. Le manque de tems m'a souvent arrêté, dans les nouvelles carrières qui m'étoient ouvertes par mes expériences.

Estimation du poids d'1 pied cube d'*air* en diverses circonstances.

791. Cependant l'exemple que je viens de donner, peut nous fournir des idées assez justes du poids absolu de l'*air*, & de l'étenduë des variations qu'il éprouve à la surface de la Terre. Un pied cube de *mercure* pèse environ 950 *livres* poids de marc. Ainsi, partant du rapport trouvé de 11232 à 1; un pied cube d'*air*, lorsque sa température est à + 10 du Thermomètre divisé en 80 *parties*, & le Baromètre à 27 *pouces*, pèse environ 1 *once* 8 *den.* ½. Il pesoit 1 *once* 21 *den.* à *Torneå*, lorsque MM. les Académiciens de Paris y virent descendre le Thermomètre de mercure à — 37 de la division en 80 *parties*; le Baromètre supposé à 29 *pouc.* (652). Il ne pesoit que 20 *den.* Sur le *Coraçon*, l'une des sommités de la *Cordelière*, lorsque M. *de la Condamine* y vit le Baromètre à 15 *pouc.* 10 *lig.* (581); en supposant même à cause de la neige dont cette montagne est couverte, que la température étoit à *zéro*, soit aux confins de la congélation.

Remarque sur l'effet possible des *vapeurs* dans cette estimation.

792. Je ne me suis pas arrêté dans ces calculs à la différence que les *vapeurs* peuvent occasionner dans le rapport de la densité de l'*air* avec la hauteur du mercure dans le Baromètre; parce que cette différence ne peut être que très petite rélativement à notre objet. D'ailleurs si l'on avoit besoin d'une plus grande précision; il n'est point de cas où l'*hygromètre* pût être employé avec plus d'avantage.

Et sur une petite inexacti-

793. On a pû remarquer aussi, que par le calcul dont j'ai

j'ai donné un exemple, on n'a que la pesanteur spécifique moyenne de la colonne d'*air*, équipondérante à 1 *ligne de* mercure, qui repose sur le lieu de l'observation. Or cette pesanteur spécifique moyenne, est toûjours un peu moindre, que la pesanteur spécifique de l'*air*, au lieu même où l'on a observé le Baromètre: puis que celui-ci est chargé d'un poids un peu plus grand. Mais cette différence est si petite dans la partie de l'Atmosphère que nous habitons; qu'on peut la négliger sans erreur sensible. Cependant, si l'on avoit besoin d'une plus grande précision, il faudroit prendre le milieu, entre les pesanteurs spécifiques moyennes de cette colonne; & de celle qui tiendroit aussi en équilibre 1 *ligne* de mercure, immédiatement au dessous du lieu de l'observation. La pesanteur spécifique de cette dernière se trouvera, en augmentant d'1 *ligne* la hauteur observée du Baromètre, & en faisant d'ailleurs pour celle-ci, le même calcul que j'ai fait pour l'autre. tude de la Règle précédente.

CHAPITRE SECOND.

Application de la mesure des HAUTEURS par le Baromètre, à la détermination de la hauteur totale de l'ATMOSPHERE. Essai sur les ATMOSPHERES en général.

794. PLusieurs Physiciens ont entrepris de déterminer la hauteur totale de l'*Atmosphère*; principalement, pour expliquer divers phénomènes aëriens, comme les *crépuscules*, & les *aurores boreales*; & pour déterminer la vraie étenduë de l'ombre de la Terre sur la Lune dans les éclipses de cette Planète. Cette recherche a donné lieu à plusieurs hypothèses, dont j'ai rapporté quelques-unes dans ma Ire. PARTIE. Mais comme on partoit d'expériences très-défectueuses; on avoit donné dans de grandes erreurs. Mes expériences peuvent répandre quelque lumière sur cet objet; c'est pourquoi je vais le traiter en peu de mots. Recherches sur la hauteur totale de l'Atmosphère.

795. Le prémier principe de ma Règle pour la mesure des hauteurs En partant du premier prin-

cipe établi pour la mesure des hauteurs par le Baromètre, celle de l'*Atmosphère* seroit *infinie*.

hauteurs par le Baromètre, est que *les densités de l'air sont proportionnelles aux poids dont il est chargé*: & l'une des conséquences de ce principe, est que *si l'on prend les hauteurs du mercure dans le Baromètre, en progression geométrique; les hauteurs de l'air correspondantes, seront en progression arithmétique* (568). Or le nombre des termes d'une progression geométrique décroissante étant *infini*; les abaissemens du mercure formeront une suite *infinie* de termes en progression geométrique; auxquels correspondront toûjours des hauteurs de l'*air* en progression arithmétique. Par conséquent, en partant de ce principe, la hauteur de l'Atmosphère est sans borne.

Recherche de la hauteur où l'*air* libre ne soutiendroit plus qu'1 *ligne* de *mercure* dans le Baromètre.

796. Ce n'est donc pas les derniers confins de l'Atmosphère que nous devons considérer d'abord: une hauteur sans borne, n'offre rien à notre imagination. Arrêtons-nous donc à quelque chose de sensible; & cherchons par exemple, à quelle hauteur il faudroit s'élever, pour que le mercure ne se soutînt plus qu'à 1 *ligne* dans le Baromètre. A cette hauteur, sera l'*air* libre sera à peu près, au même degré de dilatation, où nous le réduisons dans nos bonnes pompes pneumatiques.

Cette hauteur est variable.

797. Cette hauteur est nécessairement variable; puis qu'elle dépend du poids dont l'*air* est chargé; c'est-à-dire du poids de l'*air* lui-même; qui varie sans cesse. Mais nous appercevons ici-bas ses variations; le Barométre nous les indique. Le Baromètre sera donc notre mesure; & chaque fois que nous l'observerons, il nous indiquera combien la colonne d'*air* qui s'élève au-dessus de nous, renferme de *tranches*, équipondérantes à 1 *ligne* de mercure. Il ne s'agira donc que de connoitre la somme des épaisseurs de ces *tranches*, moins celle de la dernière, pour savoir à quelle hauteur il faudroit s'élever dans ce moment là, pour que le Baromètre fût réduit à 1 *ligne*. Or nous avons un moyen bien aisé de trouver cette somme.

Mais le Baromètre peut nous la faire connoitre en tout tems.

Application des *logarithmes* à ce calcul.

798. Il est démontré que les épaisseurs de ces *tranches* d'*air*, sont proportionnelles aux *différences* des *logarithmes* des hauteurs du mercure exprimées en *lignes* (574 & *suiv.*): & par mes expériences, quand l'*air* est au degré de chaleur qui correspond au *zéro* de mon Thermomètre, les épaisseurs de ces *tranches*, exprimées en *toises*; sont aux *différences* correspondantes des *logarithmes* vulgaires des hauteurs du mercure exprimées en *lignes*; comme 1 est à 1000 (607 & *suiv.*).

799. Dans les Tables des *logarithmes* vulgaires, le *logarithme* de l'*unité*, est *zéro*. D'où il résulte, que le *logarithme* d'un nombre quelconque, est la somme de toutes les *différences* des *logarithmes* précédens : je ne m'arrêterai pas à le démontrer. La première de ces *différences* dans les Tables, est celle des *logarithmes* des nombres 1 & 2 : & cette *différence* est proportionnelle à l'épaisseur de la *tranche* d'*air* qui se trouve interceptée entre le lieu où le mercure se tiendroit à 1 *ligne* dans le Baromètre, & celui où il s'y tiendroit à 2 *lignes* : & ainsi de suite pour toutes les autres *différences* subséquentes. Par conséquent, en employant les *logarithmes* au calcul de la hauteur variable de l'*Atmosphère* ; on abandonne toûjours l'épaisseur indéfinie de la *tranche* d'*air*, qui, du lieu où le Baromètre ne se tient plus qu'à 1 *ligne*, s'étend jusqu'à celui où il seroit réduit à zéro.

Ils satisfont immédiatement, au retranchement de la portion de l'Atm. qui soutient la dernière *ligne* de mercure dans le Bar.

800. Ainsi, chaque fois qu'on observe le Baromètre ; le *logarithme* de la hauteur observée, exprimée en *lignes*, donne en *millièmes de toise*, la hauteur de l'*Atmosphère*, depuis le lieu de l'observation, jusqu'à celui où le Baromètre ne se tiendroit plus qu'à 1 *ligne* : sauf la correction pour la chaleur de l'*air*. Par exemple : quand le Baromètre est à 27 *pouces* = 324 *lignes*, dont le *logarithme* est 25105450 ; si l'air est à la température *zéro* de mon Thermomètre ; la hauteur de la portion de l'*Atmosphère* à laquelle nous nous sommes arrêtés, est de 25105, 450 *toises* ; soit 11 *lieues* & 3 *toises*.

Estimation de la hauteur de l'*Atm.* après ce retranchement, lorsque le Bar. est à 27 *pouc.*

801. En partant du même principe, on pourra reculer aussi loin qu'on le voudra, les limites sensibles & déterminées de l'*Atmosphère* : on peut trouver par exemple, quelle seroit sa hauteur jusqu'au point où le mercure ne se soutiendroit plus dans le Baromètre qu'à telle fraction de *ligne* qu'on voudroit. Pour cet effet, il faut se rappeller, que les *logarithmes* des *fractions*, qui ont l'*unité* pour *numérateur*, sont les mêmes que ceux des *dénominateurs* de ces *fractions* : seulement, les premiers sont *négatifs* ; parce que dans les Tables, le *logarithme* de l'unité, est o. Mais si au lieu de cet arrangement, qui est arbitraire, o devenoit le *logarithme* de la *fraction* de *ligne* à laquelle on supposeroit que la hauteur du Baromètre seroit réduite ; le seul changement qui en résulteroit, seroit que tous les *logarithmes* des nom-

On peut estimer cette hauteur, jusqu'au plus grand abaissement du Bar. excepté à o.

bres entiers, seroient augmentés de celui de cette *fraction*: les mêmes *différences* régneroient donc entr'eux; & toûjours ces nouveaux *logarithmes* des hauteurs du Baromètre, donneroient les hauteurs de l'*Atmosphère*, depuis le lieu de l'observation, jusqu'à celui où le mercure ne se soutiendroit plus dans le Baromètre qu'à la *fraction* de *ligne* choisie. Il seroit facile de le démontrer; mais je ne m'y arrêterai pas.

Hauteur de l'Atm. depuis le lieu où le Bar. est à 27 *pouc.* jusqu'à celui où il ne seroit plus qu'à $\frac{1}{10}$ de *lig.*

802. Ce changement se réduit donc, à ajouter au *logarithme* de la hauteur observée du Baromètre exprimée en *lignes*, le *logarithme* du *dénominateur* de la *fraction* choisie: ou encore, à prendre le *logarithme* de la hauteur du mercure, multipliée par ce *dénominateur*; puisque la somme des *logarithmes* de deux nombres, est le *logarithme* de leur produit. Ainsi par exemple: lorsque le Baromètre est à 27 *pouces*, ou 324 *lignes*; si nous voulons savoir à quelle hauteur se trouve, au dessus du lieu de l'observation, le lieu où le mercure ne se soutiendroit plus qu'à $\frac{1}{10}$ de *ligne* dans le Baromètre; il faudra prendre la somme des *logarithmes* de 324 & de 10, ou le *logarithme* de 3240, & le diviser par 1000; ce qui nous donnera 35105, 450 *toises* de hauteur.

Bornes variables de notre *Atmosph.* produites par les Corps célestes.

803. Si la Terre étoit le seul grand Corps de l'Univers, il suivroit donc de notre principe, que l'*Atmosphère* seroit réellement sans bornes: c'est-à-dire, que quelle que fût la distance imaginée; on trouveroit toûjours qu'il doit y rester un peu d'*air*, pesant toujours vers la Terre. Mais il existe d'autres Globes, vers lesquels l'*air* gravite, comme vers elle, en suivant les Loix des masses & des distances: & par conséquent, à de certaines distances de la Terre, l'*air*, au lieu de continuer à se dilater, doit se condenser de nouveau, en tendant vers d'autres grands Corps, plus fortement que vers elle. Ainsi notre *Atmosphère* aura des bornes; & ce seront les points divers & variables, où l'*air* se trouvera pour ainsi dire indéterminé; où il ne tendra pas plus vers la Terre que vers tout autre Corps céleste. Ainsi encore, la Loi des décroissemens de densité de l'*air*, éprouvera quelque modification par cette tendance vers les Corps célestes, jointe à la diminution de sa tendance vers la Terre, résultante de l'augmentation de la distance.

804.

804. La question de la hauteur de l'*Atmosphère*, envisagée sous ce point de vuë, répand ce me semble assez de jour, sur celle des Atmosphères en général. Seroit-il absurde de penser, que l'*air* & l'*éther* sont une seule & même substance différemment modifiée : que les *Atmosphères* des Planètes, sont l'éther condensé autour d'elles par la gravitation ; & que les différences de densité, de transparence & de vertu réfringente de ces *Atmosphères* ; sont produites par celles des masses des Planètes, & par la nature & la quantité des vapeurs qui s'en élèvent.

Les *Atmosphères* peuvent n'être que l'*éther* condensé autour des corps célestes.

805. Dans cette hypothèse ; la Lune n'auroit pas une *Atmosphère* proprement dite ; mais elle seroit environnée d'une *Aërosphère* ; c'est-à-dire d'une sphère d'*air* pur, d'une enveloppe d'*éther* condensé ; dans laquelle il ne s'élèveroit point de vapeurs, parce que la Lune paroît être un corps sec, sans mers ni rivières : car ces grandes taches qu'on nomme *mers*, portent des indices assez probables de solidité, par la variété de leurs nuances, & par des cavités & des élévations très sensibles.

Remarque sur celle de la *Lune*.

Cette *Aërosphère* seroit donc invisible ; à cause de sa transparence, & de l'insensibilité des décroissemens circulaires de sa densité ; qui diminueroit ainsi, entre cette Planète & la nôtre, jusqu'à une distance proportionnelle à leur masse respective. De ce point, la densité de l'*éther* croîtroit vers nous ; & devenant enfin assez dense pour être en équilibre avec les vapeurs & les exhalaisons qui s'élèvent de notre Globe ; il seroit alors notre *Atmosphère* proprement dite.

Limite des Atmosphères de la *Terre* & de la *Lune*.

806. On a douté si la Lune avoit une *Atmosphère*, parce que les rayons des Astres qu'on observe auprès de cette Planète, ne paroissent éprouver aucune réfraction. Mais il est possible que cette *Aërosphère*, que je suppose à la Lune, ne produise pas de réfraction sensible. D'abord l'*éther* pur, peut, par sa nature, n'être doué que d'une très-petite *vertu* refringente : on sait que cette *vertu* ne suit point les degrés de densité des milieux d'espèces diverses. D'ailleurs cette *aërosphère* de la Lune, doit être peu dense, parce que la masse de cette Planète est peu considérable : & par cette même cause, les décroissemens de sa densité doivent être peu rapides ; ensorte que les rayons des Astres n'éprouvent que peu à peu la petite

Celle de la *Lune* peut n'occasionner aucune *Réfraction* sensible aux rayons des Astres observés auprès d'elle.

 réfrac-

réfraction qu'elle occasionne. Ce n'est pas ici le lieu d'approfondir ce sujet; & je m'en tiens à cette légére ébauche.

Remarque sur l'effet des différences de la chaleur, sur l'estimation de la hauteur de l'*Atmosphère*.

807. Il reste, dans l'estimation de la hauteur totale de l'*Atmosphère*, une difficulté qui resulte des effets de la *chaleur* sur l'air. Tout ce que j'ai dit jusques ici, suppose que la *température* de l'*air* est au *zéro* de mon Thermomètre; qui correspond à + 16 $\frac{3}{4}$ de l'Echelle divisée en 80 parties. Or la chaleur moyenne des colonnes d'*air* n'est peut-être jamais aussi grande: on sait combien la *chaleur* diminuë à mesure qu'on s'y élève. Par conséquent l'*Atmosphère* s'étend toûjours un peu moins, que ne l'indique le calcul par les *Logarithmes*. Il est bien difficile d'évaluer les effets de cette cause; & ce qu'on peut dire de plus certain à cet égard; c'est qu'à même hauteur du Baromètre, notre *Atmosphère sensible* s'étend plus en Eté qu'en Hiver.

Telles sont les remarques principales auxquelles mes expériences m'ont conduit sur cette matière: elles ne seront peut-être pas inutiles à ceux qui voudront l'approfondir.

CHAPITRE TROISIEME.

Application des mêmes principes, aux changemens que doivent subir les REFRACTIONS, par ceux qui arrivent dans l'état de l'air.

Les changemens dans la *densité* de l'*air* doivent en produire dans les *réfractions*.

808. DEs que j'eus remarqué les changemens considérables que peut éprouver la *densité* de l'*air* dans un même lieu; & que j'en eus découvert les rapports avec les variations du Baromètre & du Thermomètre; je vis que les règles qui resultent de ces rapports pouvoient être aussi utiles à l'Astronomie, pour déterminer les *Réfractions*; qu'elles me l'avoient été, pour la mesure des *hauteurs*.

M. l'Abbé *de la Caille* l'a prouvé par l'expérience.

Je m'occupois des moyens d'appliquer mes règles à ce nouvel objet, lorsque l'excellent Mémoire de M. l'*Abbé de la Caille* sur les *Réfractions* (*a*), vint à ma connoissance. Ses recherches m'ont

(a) *Recherches sur les Refractions &c.* Mém. de l'Ac. des Sc. 1755.

m'ont épargné un travail qui n'eût abouti qu'à rendre probable, ce qu'il a démontré par l'expérience; c'est-à-dire, la nécessité de corriger les *réfractions*, en conséquence des différens états de l'air.

809. Il étoit si naturel de penser, que les variations du Baromètre devoient avoir quelque rapport avec celles des *Réfractions*, qu'on s'occupa de cet objet dès le commencement de ce siècle. Mais les expériences qu'on fit alors, ne servirent qu'à éloigner la découverte de la vérité. M. *Cassini* (*a*) comparant les *Réfractions* observées à *Paris*, avec celles qu'on avoit observées en *Suède*; & trouvant qu'elles étoient très différentes; quoique par les observations du Baromètre on eût jugé que la *densité* de l'*air* étoit la même; en tira cette conséquence, que *la partie de l'air qui cause les Réfractions, n'a point de rapport avec celle qui fait la pesanteur.* Le même Acadèmicien, rapportant des observations faites par le Père *Laval* à la *Ste. Beaume*, dit, d'après cet observateur, *que la pesanteur & la chaleur de l'air, ne contribuoient en rien à la Réfraction* (*b*).

Erreurs de ceux qui l'avoient précédé dans cette recherche.

Quoique le défaut de bons instrumens de météorologie fût probablement une des causes de cette erreur; elle étoit plus grande encore que l'imperfection des instrumens. Car sans qu'ils fussent devenus beaucoup meilleurs, on a apperçu ces rapports qui avoient échappé au P. *Laval*. Des instrumens plus parfaits, peuvent aujourd'hui les donner avec plus d'exactitude.

Le manque de bons instrumens de météorologie en étoit la principale cause.

De la portion de l'Atmosphère qui détermine la quantité des Réfractions.

810. Pour fixer l'objet que je me propose d'examiner dans ce Chapitre, je partirai d'un principe posé par *Newton*, & admis par M. l'*Abbé de la Caille*; savoir: „ que si la lumière „ passe à travers plusieurs milieux réfringens, qui soient par „ degré plus denses les uns que les autres, & séparés par des „ surfaces parallèles; la somme de toutes les Réfractions sera „ égale à la simple Réfraction que la lumière auroit soufferte

La *réfraction* est déterminée par la couche d'air où se trouve l'observateur.

 „ en

(*a*) *Mém. de l'Ac. des Sc.* année 1700.
(*b*) *Mém. de l'Ac. des Sc.* anné 1708.

» en passant immédiatement du prémier milieu, dans le dernier; » quoique le nombre des substances réfringentes soit augmenté à l'infini, & que leurs distances de l'une à l'autre soient » tout autant diminuées, de sorte que la lumière soit supposée » rompuë à chaque point de son passage, & former une courbe par de continuelles réfractions. D'où il suit, que la Réfraction totale de la lumière en passant à travers l'Atmosphère » depuis sa plus haute & plus rare partie; jusqu'à sa plus basse » & plus dense; doit être égale à la Réfraction que la lumière » souffriroit, en passant, à pareille obliquité, du vuide immédiatement, dans un air égal en densité à celui de la partie la » plus basse de l'Atmosphère «. (*a*)

L'expérience confirme cette proposition.

811. Cette proposition, qui a été démontrée *à priori* par plusieurs mathématiciens; peut encore se prouver par l'expérience. M. *Mayer*, astronome célèbre, a reconnu par un grand nombre d'observations faites à *Gottingue*, comme M. l'*Abbé de la Caille* par celles qu'il a faites au *Cap de bonne espérance* & à *Paris*; que les *Réfractions* sont sensiblement proportionnelles aux variations du Thermomètre & du Baromètre. Or il est aisé de prouver, que cela ne peut être que dans le principe de *Newton*.

C'est par cette raison que les variations des *réfractions* sont proportionnelles à celles du *Thermomètre*.

812. Si les couches supérieures de l'Atmosphère contribuoient à déterminer la quantité totale de la *réfraction*; on ne trouveroit d'abord aucun rapport constant, entre ses variations & celles du *Thermomètre*. Car pour que ces effets de la *chaleur* pussent être proportionnels entr'eux; il faudroit que ses variations fussent semblables dans toutes les couches d'air: ou que du moins le Thermomètre indiquât toûjours la *chaleur* moyenne de l'air dans tout le trajet du rayon réfracté: ce qui est absolument contraire à l'expérience. On peut consulter à ce sujet le détail de mes observations; on y verra combien le rapport de la *température* des diverses couches d'air, varie d'un jour, & même quelquefois, d'une heure à l'autre: & je n'ai comparé à cet égard que des couches d'air bien peu distantes, comparativement à la hauteur totale de l'Atmosphère.

Et à celles du *Baromètre*.

813. Il en est de même du rapport des variations des *Réfractions*, avec celles du *Baromètre*. Car nous savons par l'expérience,

(a) *Optique de Newton traduite par Coste.* Liv. II. Part. III. prop. 10.

rience, que ces dernières différent sensiblement, à des distances qu'on peut regarder comme bien petites, comparativement à l'étenduë horizontale que parcourent les rayons des Astres, lorsqu'ils sont peu élevés au dessus de l'horizon. Il n'y auroit donc encore aucun rapport constant entre les variations des *réfractions*, & celles du *Baromètre*; si les couches supérieures de l'Atmosphère contribuoient à déterminer la *quantité* de la *réfraction* totale.

Ainsi les règles pour la *mesure des hauteurs*, sont applicables aux *réfractions*.

814. C'est donc bien sûrement la densité de la couche d'air où se trouve l'observateur, qui détermine la *quantité* de la *Réfraction*; & par conséquent les Règles que j'ai données pour la mesure des *Hauteurs*, peuvent être employées avec le même succès, à estimer les *Réfractions*.

Remarques sur les expériences de M. M. DE LA CAILLE *&* MAYER.

M. M. De la Caille & Mayer ne sont pas d'accord sur le rapport des variations des *réfractions* à celles du Thermomètre.

815. Quoique M. l'*Abbé de la Caille* & M. *Mayer* soient d'accord sur ce point; que, toutes choses d'ailleurs égales, les variations des *Réfractions* sont proportionnelles à celles du *Thermomètre*: ils ne le sont pas sur le rapport qu'ont entr'eux ces deux effets de la *chaleur*. M. *Mayer* a trouvé, qu'une variation de 10 degrés *sur le Thermomètre de M. de Reaumur*, correspond à un changement d'$\frac{1}{22}$ dans la *Réfraction*. M. *de la Caille* croit que ce changement n'est que d'$\frac{1}{27}$; mais il ajoute que cette détermination n'est point encore certaine. En développant les causes de l'incertitude de M. *de la Caille*, & de la différence de son évaluation avec celle de M. *Mayer*; je montrerai, combien cette matière intéressante avoit encore besoin d'être examinée.

Raison de la différence de leur détermination.

816. Les Réfractions subissent en général des changemens, quand la *densité* de l'*air* en éprouve: mais ces changemens de *densité* de l'*air*, sont produits par deux causes très différentes; l'une est la variation du poids qui le comprime; l'autre est celle de sa résistance à la compression. La première s'apperçoit par les changemens de hauteur du Baromètre; & la seconde par ceux du Thermomètre. Il étoit donc naturel de croire, qu'on pour-

pourroit ramener les *réfractions moyennes*, aux *réfractions actuelles*, par le moyen de ces deux instrumens; & c'étoit le but de MM. *Mayer* & *de la Caille*. Il falloit pour cela, décomposer sûrement l'effet combiné de ces deux causes: Mais avec des instrumens aussi dissemblables, quoique sous le même nom, que l'étoient & le Thermomètre & le Baromètre; on ne pouvoit trouver des résultats semblables, que par le plus grand hazard.

Différence probable dans leurs Thermomètres.

817. Quelle différence n'y avoit-il pas d'abord, entre des Thermomètres qui portoient également le nom de M. *de Reaumur*? Grandeur des *degrés*, position de l'*Echelle*, rapport entre les *degrés* de chaque Thermomètre, tout étoit indéterminé par le fait: je l'ai démontré. On pouvoit donc, par cette seule cause, faire de très grands écarts dans l'estimation du rapport de la quantité des *réfractions* avec l'état du Thermomètre.

Défaut de la structure ordinaire des Thermomètres, pour cet objet.

818. J'ai montré encore, que lorsqu'il s'agit d'observer la température de l'air libre; les Thermomètres ordinaires ne sont point exacts: que leur monture y est un obstacle: L'air libre est réchauffé par le Soleil, réchauffé ou rafraichi par les vents. Ces causes, qui se combinent pour déterminer la température de l'air, ont diverses directions: & la boule d'un Thermomètre appliqué sur une monture, étant garantie par l'un de ses hémisphères de l'effet des causes qui agissent de ce côté-là; n'acquiert point la même température que l'air libre.

Importance du Thermomètre dans ces observations.

819. Voilà donc l'instrument sur lequel on comptoit le plus; qui cependant a dû produire les plus grandes différences, non seulement dans les observations comparées de divers Astronomes; mais encore dans celles d'un même observateur. On se défioit davantage du Baromêtre; & il ne trompoit point autant. Car une variation de la chaleur, équivalente à 1 *degré* du Thermomètre *divisé en* 80 *parties*, produit à peu près autant d'effet sur la *réfraction*; qu'une variation du poids de l'air qui fait changer d'1 *lig.* $\frac{1}{2}$ la hauteur du Baromètre; & l'on différoit plus communément d'un & même de plusieurs *degrés* sur le Thermomètre, que d'une *ligne* sur le Baromètre.

820. Ce-

820. Cependant le Baromètre étoit encore une ſource d'erreur. Chargé à froid, ou au feu; fait de tubes & de reſervoirs de différentes figures; diviſé ſur des meſures différentes, quoique portant le même nom: ſes *hauteurs abſolues* qui ſont eſſentielles pour déterminer les *réfractions moyennes*, différoient d'une manière ſenſible. Et les effets de la chaleur, différens ſur des Baromètres qui ne ſont pas chargés de la même manière, & négligés juſqu'à préſent ſur tous; produiſoient des différences plus grandes encore dans le rapport des variations de cet inſtrument, avec celles des *réfractions*.

Erreurs qui pouvoient réſulter de la différence des Baromètres.

821. Ce dernier rapport eſt fort ſimple en lui-même. Les *hauteurs du mercure* & les *réfractions* étant proportionnelles à la *denſité* de l'air, ſont proportionnelles entr'elles. Par conſéquent, après avoir établi les *réfractions moyennes* pour une certaine *hauteur* du Baromètre; il étoit fort naturel de corriger la *réfraction moyenne*, proportionnellement à la quantité dont la *hauteur obſervée* du Baromètre, différoit de ſa *hauteur moyenne*; & d'attribuer enſuite aux variations de la chaleur, le reſte de la différence qui ſe trouvoit entre la *réfraction moyenne* & la *réfraction obſervée*. Ainſi les erreurs produites par tous les défauts des deux inſtrumens, s'accumuloient ſur ce dernier rapport: & il n'eſt pas ſurprenant que M. M. *de la Caille* & *Mayer* ayent différé dans leur eſtimation de $\frac{1}{17}$ à $\frac{1}{11}$; & que M. *de la Caille* aît douté qu'il fût poſſible de déterminer exactement ce rapport.

Toutes ces cauſes d'erreurs ſe réuniſſoient ſur la détermination du rapport entre les variations de la *chaleur*, & celles des *réfractions*.

822. Je crois donc qu'à préſent qu'on s'entendra bien, ſur le langage du Baromètre & du Thermomètre; on parviendra beaucoup plus ſûrement à fixer des *réfractions moyennes*, & à eſtimer enſuite les *refractions actuelles*, d'après les différences connues, entre l'état actuel de l'air, & celui auquel les *réfractions moyennes* ſe rapporteront.

On peut déterminer beaucoup mieux aujourd'hui les *réfractions*.

823. Ce projet ſeroit probablement exécuté, ſi la mort n'eût enlevé à l'Aſtronomie, l'obſervateur attentif dont les précieux travaux m'ont ſervi de guides dans cette carrière. Lorſque j'y fus conduit par mes obſervations, M. *l'Abbé de la Caille* vivoit encore: ſon attachement à ſa vocation, me répondoit de ſon ſecours; & je me propoſois de le lui demander. Il s'agiſſoit principalement de fixer des *refractions*

Projet de détermination.

moyennes, en corrigeant celles qu'il avoit établies : & j'espérois d'y parvenir, s'il m'étoit possible de bien connoître les instrumens de météorologie dont il avoit fait usage, & la manière dont il les avoit observés : mes expèriences auroient servi ensuite à fournir les formules par lesquelles on auroit obtenu les *réfractions actuelles*. Sa mort m'a fait abandonner une partie de ce projet. Je ne pourrai rien déterminer sur les *réfractions moyennes*. Mais en les supposant connuës, j'indiquerai les principales modifications qu'elles doivent subir, & quelques moyens de déterminer ce qui me paroît incertain. D'où il résultera encore, qu'on pourra fixer avec plus de certitude les *réfractions moyennes* elles-mêmes.

Changé par la mort de M. l'Abbé *de la Caille*.

Essai sur les changemens qui doivent être faits aux réfractions moyennes, en conséquence de ceux qui arrivent dans l'état de l'air.

Effets possibles de la cause des variations du Baromètre, sur les *réfractions* : provenant de la différence de *compressibilité de l'air*.

824. J'ai dit ci-devant (665 & *suiv.*) que l'abaissement du mercure dans le Baromètre *sédentaire*, est produit par un changement dans l'état de l'*air*, qui, en même tems qu'il diminuë sa pesanteur spécifique, le rend probablement plus ou moins compressible, suivant qu'il est plus ou moins chaud. D'où il résulte, que quand le Baromètre *baisse*, le rapport de la *densité* de *l'air* avec la hauteur du mercure, éprouve quelque changement. Cette exception que j'ai remarquée dans la mesure des hauteurs ; doit avoir lieu dans les *réfractions* ; puisque les variations de la *densité* de l'*air* y influent de la même manière.

Autre effet provenant de la différence possible de *vertu refringente* dans *l'air*.

825. Mais les *réfractions* peuvent éprouver des variations d'une autre sorte, par cette même cause ; s'il est vrai, comme je le pense par les raisons exposées ci-devant, que les *vapeurs* mêlées avec l'*air*, soient la cause de la diminution de son poids. Car ce mélange peut produire quelque changement dans la *vertu réfringente* de l'*air*.

En ce cas la même hauteur du Bar. n'indiqueroit pas toûjours la même *réfraction*.

826. Il me paroît donc possible, que la *réfraction* ne soit pas égale, rélativement à deux observateurs, quoique l'angle d'élévation, la température de l'*air* & la hauteur du mercure dans le Baromètre, soyent les mêmes pour l'un & pour l'autre ; s'il y a de la différence dans la hauteur des lieux. Parce qu'alors,

qu'alors, la même hauteur du mercure, n'indiqueroit pas le même état de l'*air*.

Différence d'effet ſur la *réfraction*, des deux cauſes de changement dans le Baromètre. La différence de hauteur des lieux.

827. Les expériences faites par *Hauksbée* ſur l'*air* différemment condenſé, confirmées par les obſervations de M.M. *de la Condamine* & *Bouguer* ſur les Montagnes & au bord de la Mer du Pérou, peuvent être appliquées certainement aux variations des *réfractions*, correſpondantes à la portion des changemens dans la hauteur du Baromètre, qui proviennent de la différence de hauteur des lieux : parce que dans ce cas là, le changement de la *réfraction* n'eſt occaſionné, que par la différence de *denſité* d'un fluide dont la nature ne change point. Mais ſi l'*air* eſt mêlé de *vapeurs* quand le Baromètre *baiſſe* : la *nature* de ce fluide change alors, en même tems que ſa *denſité* diminuë ; & il faut des obſervations particulières, pour découvrir l'effet que ce changement produit ſur la *réfraction*.

Celle du poids de l'air dans le même lieu.

Trois cauſes principales de changement dans les *réfractions moyennes*.

828. Il peut donc y avoir trois cauſes principales de variation dans les *réfractions moyennes*, déterminées à une certaine hauteur, & pour un certain état de l'*air*. 1°. Les variations de la *chaleur*. 2°. La différence de *denſité* de l'*air*, provenant de la différence de hauteur des lieux : 3°. Les changemens qu'éprouve l'air, lorſque la hauteur du Baromètre varie dans le même lieu. Je déterminerai les effets de ces deux prémières cauſes : quant à ceux de la troiſième, je me contenterai de donner par ces prémières déterminations, le moyen de les démêler.

Exception que doivent éprouver les règles générales ſur les *réfractions*, au lever du ſoleil.

829. Mais auparavant je dois rappeller, qu'il eſt un cas, où je n'ai pû ſoumettre à aucune règle ſûre, les obſervations pour la meſure des hauteurs ; c'eſt celui du Lever du ſoleil. J'ai ſéparé dans mes *Tables* toutes les expériences faites vers ce moment du jour : on a pû voir qu'elles s'accordent toutes à indiquer moins de *denſité* dans l'*air*, que le Baromètre & le Thermomètre n'en annoncent ; mais qu'il n'y a point de régularité dans cette exception. L'analogie ſemble indiquer, que dans le même cas, les *réfractions* doivent être un peu moindres qu'elle ne ſeroient données par les formules générales. J'ai placé ici cette remarque, pour ne pas interrompre ce que je dirai, ſur des cauſes mieux connuës.

830. La correction à faire ſur les *réfractions moyennes*, pour

 les

La correction à faire sur les *réfractions* pour les différences de la *Chaleur*, est la plus simple.

les différences dans la *chaleur* de l'*air*, qui est celle que M. l'*Abbé de la Caille* regardoit comme la plus difficile à déterminer; me paroît l'être suffisamment par mes expériences. Il étoit indispensable pour tous les cas où la densité de l'*air* a quelque influence, de découvrir les changemens qu'elle éprouve par la *chaleur*. C'est pourquoi j'ai apporté à cette recherche tout le soin qui m'a été possible.

Avantage de la recherche des effets de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, par la mesure Barométrique des *hauteurs*.

831. J'avois un avantage particulier dans la route que j'ai suivie; en ce que je pouvois mesurer actuellement, les colonnes d'air d'un poids connu, dont je concluois la hauteur par l'estimation de leur *densité*. Car la moindre erreur dans cette estimation, s'appercevant dans celle de la hauteur; je ne pouvois être trompé sur le degré d'exactitude de ma règle, dont une des parties essentielles étoit la détermination du rapport entre les variations de la *chaleur* & celles de la *densité* de l'*air*. Ainsi, par l'exactitude à laquelle je suis parvenu dans la mesure des *hauteurs*; on peut juger de celle qu'on obtiendra dans les *réfractions*, en leur appliquant le rapport que j'ai trouvé, entre cette cause & son effet sur la *densité* de l'*air*.

Objection.

Mais avant d'en venir à cette application, que je regarde comme immédiate; je dois examiner une remarque de M. *Bouguer*, qui sembleroit exiger que l'effet de la *densité* de l'*air* fût estimé différemment dans les deux cas.

M. *Bouguer* avoit remarqué que la *densité* de l'*air* n'étoit pas toûjours proportionnelle à la hauteur du Baromètre.

832. Ce célèbre Académicien n'ayant pas trouvé un rapport constant entre les hauteurs des lieux, & les abaissemens du mercure dans le Baromètre; soupçonna que la *densité* de l'*air* n'étoit pas toûjours proportionnelle au poids dont il étoit chargé. Il se confirma dans cette idée par l'usage d'un pendule, qui, par la perte du mouvement qu'il éprouvoit dans un tems donné, lui indiquoit la *densité* de l'*air* dans le lieu où il faisoit ses expériences. Voici une remarque qu'il fit à ce sujet.

Objection qu'il se fait contre le rapport qu'il avoit trouvé, entre le changement de la *densité* de l'*air*, & celui qu'il falloit faire sur la *hauteur* con-

» Les densités de l'air, dit-il, (a) ne sont pas toûjours proportionelles aux hauteurs du mercure; elles sont souvent trop » grandes ou trop petites, comme je l'ai effectivement trouvé » en m'approchant de la mer. Alors la règle qui réussit dans » le haut de la Cordelière, aura besoin d'une équation; si l'air » est trop dense, la même quantité occupera moins de place; » ainsi on sera obligé de faire une légère diminution à la » hauteur

(a) *Mém. de l'Ac. des Sc.* de Paris, année 1753, in-12. *pag.* 800.

» hauteur trouvée par les logarithmes : si au contraire l'air » est trop peu condensé à proportion de la hauteur du mer- » cure, il occupera plus de place, & il faudra donc aug- » menter la hauteur fournie par la première règle. Il semble » que l'augmentation ou la diminution qu'il faut faire à chaque » hauteur donnée par les logarithmes, *ne devroit pas être propor-* » *tionnelle à tout* l'excès ou *tout* le défaut de *densité de l'air*; mais » que cette correction *devroit être trois fois moindre*; puisqu'il » ne s'agit ici que du changement d'extension, que reçoit le » fluide dans le sens de sa hauteur."

...tuë de l'observation du Baromètre.

C'est-là l'objection de M. *Bouguer*, & voici comment il l'explique. » Supposons, dit-il, que la densité de l'air augmente » tout à coup d'une dixième partie; ses molécules se rappro- » cheront les unes des autres selon les trois différentes dimen- » sions de l'étenduë, & elles ne seront par conséquent plus voi- » sines les unes des autres que d'environ une trentième partie » dans le sens vertical. Ainsi une augmentation d'une dixiéme » partie sur la densité, ne feroit perdre à l'air qu'une trentième » partie de son volume verticalement, & il faudroit donc, » lorsqu'on veut déterminer la hauteur des montagnes, n'ap- » pliquer au résultat donné par les Logarithmes, *que le tiers* de » la correction que semble demander l'excès ou le défaut *de* » *densité de l'air* indiqué par le pendule. C'est ce qui seroit vrai » sans doute, si la condensation étoit uniforme dans l'étenduë » de chaque couche tout au tour de la terre, & si toutes les » parties de l'air étoient en repos. Mais ce fluide n'est jamais » dans un équilibre parfait, & son mouvement ajoute vrai- » semblablement à l'effet que produisent ses différentes dilata- » tions. C'est peut-être ce qui a contribué à me faire trouver » qu'on devoit diminuer ou augmenter les hauteurs données » par les Logarithmes à proportion de *tout le défaut ou l'excès* » *de condensation*, il me fallu au moins faire une correction » *aussi forte* à toutes les parties de la hauteur de la Cordelière » trouvées séparément, afin qu'elles fissent par leur somme la » hauteur totale."

M. *Bouguer* regardoit donc comme une exception produite par quelque cause particulière; ce que ses expériences lui apprenoient; que la correction à faire sur les *hauteurs données par les*

Ce qu'il regardoit comme une exception, étoit la régle elle-même.

Logarithmes, devoit être proportionnelle à *toute* la différence de *densité* de l'*air*. Mais je vais montrer que c'est au contraire en cela que consiste la règle générale.

Effet qui doit résulter dans les hauteurs du Baromètre, des changem. de *densité* de l'*air*.

833. Examinons, pour cela, l'effet qui doit résulter dans les hauteurs du mercure, des changemens qui arrivent dans la *densité* de l'*air*.

La colonne d'*air* qui produit la différence de hauteur du Baromètre observé en deux Stations différemment élevées, est toûjours censée de même diamètre; puisque sa base est déterminée par celle de la colonne de mercure: sa hauteur est aussi déterminée; puisque c'est celle qui est interceptée verticalement par les deux Stations. Par conséquent, lorsque la *densité* de cette colonne d'*air* augmente; le Baromètre, à la Station inférieure, n'est pas seulement surchargé par les molécules d'*air* qui s'ajoutent à cette colonne *dans le sens vertical*; il l'est aussi par celles qui entrent latéralement dans son enceinte déterminée; en un mot par *toute* l'augmentation de *densité* qu'éprouve l'*air* dont cette colonne est formée. Ainsi les rapprochemens des molécules d'air, *selon les trois différentes dimensions de l'étenduë*, contribuent également à augmenter le poids de la colonne d'*air* interceptée verticalement par les deux Stations: ils contribuent donc également à augmenter la différence des hauteurs observées du Baromètre: & par conséquent ils altèrent également la *hauteur* concluë de la différence des *logarithmes* des hauteurs du mercure. C'est pourquoi, comme l'expérience l'a montré à M. *Bouguer*, il faut corriger ces *hauteurs*, pour *toute* la différence qui se trouve entre la *densité* observée de l'*air*, & la densité qui seroit proportionnelle au poids dont il est chargé, c'est-à-dire à la hauteur du mercure à la Station supérieure, qui exprime ce poids.

Il est proportionnelle à *toute* la différence de *densité* de l'*air*.

Par conséquent les corrections à faire sur les *réfract.* pour les différ. de la *chaleur*, sont les mêmes que sur les *hauteurs* concluës des observ. du Bar.

834. Il suit de là, que les corrections par lesquelles je ramène les *hauteurs* conclues des observations du Baromètre, à ce qu'elles seroient, si l'*air* étoit à un certain degré de *chaleur*; sont proportionnelles aux changemens que les variations de la *chaleur* produisent dans la *densité* de l'*air*. Or les corrections à faire sur les *réfractions*, doivent être proportionnelles à ces mêmes changemens. Donc ma Régle pour les

prémières

prémières de ces corrections, peut être immédiatement appliquée aux dernières.

835. Les observations de M. *Mayer*, rapportées par M. l'*Abbé de la Caille*, me fournissent un moyen de prouver cette analogie, par l'expérience. Il est vrai que j'ignore ce qu'étoit le Thermomètre, que M. *Mayer* nomme de M. *de Réaumur*. Mais on peut supposer assez probablement, que voulant en faire un usage aussi intéressant que celui de chercher une Règle pour corriger les *réfractions*, il s'étoit procuré en effet un Thermomètre construit d'après les principes de M. *de Réaumur*. On peut supposer encore, que suivant l'usage assez général en Allemagne, il employoit un Thermomètre de mercure; & qu'il appelloit *degrés de M. de Réaumur*, des 80mes. de l'intervalle compris entre les points de la *glace* & de l'*eau-bouillante*. Ces deux suppositions, reviennent à très peu près à la même, pour notre objet: car j'ai montré ci-devant (453 *f*), que ces deux espèces de Thermomètres diffèrent peu, dans la partie inférieure de leur échelle, qui est celle que les variations de la température de l'air libre leur font parcourir le plus souvent.

Observ. de *M. Mayer* qui le prouvent.

Remarque sur le Therm. que pouvoit employer M. *Mayer*.

836. Je m'arrête d'abord à la dernière supposition, qui donne un rapport plus fixe entre le Thermomètre de M. *Mayer* & le mien; les supposant faits du même liquide. Alors 10 *degrés* de son Thermomètre, qui suivant ses expériences correspondent à $\frac{1}{22}$ de différence dans la *réfraction*, sont équivalans à $23\frac{3}{4}$ des miens: & par conséquent, 1 de mes *degrés* correspond à $\frac{1}{522}$ de différence dans la *réfraction*. Or 1 de ces mêmes *degrés*, correspond à $\frac{1}{500}$ de différence dans les *hauteurs* fournies par les observations du Baromètre. Donc la correction que fait M. *Mayer* sur les *réfractions* pour la différence de *densité* de l'*air* produite par celle de la *chaleur*, est à celle que je fais pour la même cause sur les *hauteurs* fournies par les observations du Baromètre, comme $\frac{1}{522}$ est à $\frac{1}{500}$.

Comparaison de la Règle de M. *Mayer* pour corriger les *Réfractions*, avec la Règle pour corriger les *hauteurs*, en conséquence de la *chaleur* de l'*air*.

Ou si le Thermomètre de M. *Mayer* étoit le vrai Thermomètre de M. *de Réaumur*; ses *degrés* auroient été alors en tout un peu plus petits que les précédens, & les *rapports* que nous avons trouvés séparément entre les variations du Thermomètre

momètre & celles de la *densité* de l'*air*, différeroient à peu près de la même quantité en sens contraire. On peut le voir par la Table que j'ai donnée des degrés correspondans du Thermomètre de M. *de Réaumur* & du Thermomètre de *mercure* divisé en 80 parties entre les *termes fixes* (448 *b*).

Remarque sur l'avantage de leur confirmation mutuelle.

837. Il est remarquable que des expériences si peu concertées que celles de M. *Mayer* & les miennes, & dont les procédés & le but étoient si différens, fournissent à si peu près le même rapport entre les variations de la *chaleur* & celles de la *densité* de l'*air*. Cet accord doit exciter les Physiciens à l'examen. Il s'agit ici d'un point de physique générale qui étoit très-peu connu, dont les conséquences sont fort étenduës, & sur lequel il me paroit qu'on est déja bien près de la vérité.

Incertitude sur le degré de cette confirmation.

Cette confirmation mutuelle des expériences de M. *Mayer* & des miennes, suppose il est vrai, que j'ai bien défini le Thermomètre dont cet Astronome faisoit usage. Cependant l'incertitude à cet égard ne peut influer que sur le degré de cette confirmation: l'écart ne peut être tel, qu'elle cesse d'être intéressante: & la seule conséquence que je tire de cette incertitude; c'est que connoissant mieux mes expériences, que celles de M. *Mayer*, je prendrai leur résultat pour base, dans ce qui me reste à dire sur ce sujet.

Raison de préférence en faveur de la dernière Règle.

Les miennes ont l'avantage considérable, d'être à l'abri des erreurs qui peuvent résulter de la mesure des angles, auxquelles les observations de M. *Mayer* étoient sujettes. J'étois aidé d'ailleurs d'un point fixe de comparaison, savoir la hauteur réelle des colonnes d'air; bien plus sûrement déterminée, que ne pouvoient l'être des *réfractions moyennes*. A tous égards mes observations étoient d'un genre plus simple que les siennes: & j'avois par mes instrumens de météorologie, des secours que M. *Mayer* n'auroient pû se procurer, sans en avoir fait comme moi, avant tout, une étude très approfondie.

Application de cette Règle à la correction des *Réfractions*, pour les diffé-

838. Pour appliquer ma Règle à la correction des *réfractions*; je dois rappeller d'abord, que celui de mes Thermomètres dont les *degrés* correspondent à des 500mes. de la

densité

densité de l'*air*, est divisé en 186 parties entre les *deux termes fixes* (610). Il faudroit donc prémièrement, que le Thermomètre destiné aux observations astronomiques, fût divisé de la même manière. Je le supposerai du moins un moment.

rences de la *chaleur* de l'*air*. Division du *Therm.* rélative à cet objet.

Mais le *zéro* de ce Thermomètre ne devroit pas être placé au même point pour les *réfractions*, que pour la mesure des *hauteurs*. Il est intéressant de conserver le fruit des recherches de M. l'*Abbé de la Caille* sur les *réfractions moyennes*; jusqu'à ce que quelque Astronome, aussi exact & aussi laborieux que lui, veuille reprendre ce travail avec de meilleurs instrumens de météorologie. Jusqu'alors dis-je, il conviendroit de placer le *zéro* du *Thermomètre astronomique*, au point où l'on peut conjecturer que M. *de la Caille* avoit rapporté ses *réfractions moyennes* : il le nommoit *le* 10eme. *degré de M. de Réaumur*; & s'il l'étoit en effet, il correspondoit à peu près sur mon *Echelle*, à $\frac{22}{112}$ soit à 22 *degrés* audessus de la *glace qui fond* : c'est-à-dire à — 17 de mon *Echelle*, dont le *zéro* est à 39 *degrés* audessus de ce point.

Position de son *zéro*.

La *formule* de correction pour les *réfractions*, devroit être aussi différente de celle que j'employe dans la mesure des *hauteurs*. Par celle-ci, je fais la correction sur une *quantité variable*, affectée de l'effet de la *chaleur*, savoir la *différence des Logarithmes des hauteurs du mercure*; & j'obtiens par-là une *quantité constante*, qui est la *différence de hauteur des Lieux*.

Différence des *formules* de correction, pour les *haut.* & pour les *réfractions*.

Au lieu que pour les *réfractions*, on doit faire la correction sur une *quantité constante*, qui est la *réfraction moyenne*; pour en tirer une *quantité variable*, affectée de l'effet variable de la *chaleur*; savoir la *réfraction actuelle*, qui est celle qu'on cherche. Soit donc :

	Pour la *mesure des hauteurs.*	Pour les *réfractions.*
a,	La différence de hauteur des lieux, ou la hauteur verticale interceptée par deux stations.	La *réfraction moyenne.*
b,	La différence des logarithmes des hauteurs du mercure en ces deux stations.	La *réfraction actuelle.*
c,	Le nombre des *degrés* du Thermomètre, en + ou en — rélativement au *zéro*, placé à $\frac{32}{112}$ de l'espace compris entre la *glace* & l'*eau bouillante.*	Le nombre des *degrés* semblables, en + ou en —, rélativement au *zéro*, placé à $\frac{22}{112}$ du même intervalle.

Formule pour les hauteurs. La formule pour la correction de la quantité *b*, dans la *mesure des hauteurs*, est celle-ci (611): $b \pm \frac{b \times c}{500} = a$; ou celle-ci qui est plus commode dans la pratique : $b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a$: le signe + servant pour les degrés du Thermomètre qui sont audessus du *zéro*, & le signe — pour ceux qui sont au dessous.

Formule pour les réfractions. 839. Pour appliquer les fondemens de cette formule à la correction des *réfractions*; il faut en tirer l'expression de la *valeur variable* de *b*: car ici c'est cette valeur qu'on cherche, par la *valeur constante* & connuë de *a*, & par celle de *c* résultante de l'obser. Or puisque $b \pm \frac{b \times 2c}{1000} = a$; $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2c} = b$. C'est donc par cette dernière *formule*, qu'on obtiendra la *réfraction actuelle*: le signe + servant pour les degrés du Thermomètre qui seront audessus de *zéro*, & le signe — pour ceux qui seront audessous.

Les réfractions suivent une progression harmonique, quand les changemens de la chaleur sont en progression arithmétique. On retrouve ici, comme dans les corrections pour la *mesure des hauteurs*; le fondement de la *formule*. Car la *réfraction* étant proportionnelle à la *densité* de *l'air*, & celle-ci étant en raison inverse du *volume* de ce fluide; les *réfractions*, ainsi que les *densités*, doivent suivre une *progression harmonique*, quand les volumes de l'*air* sont en *progression* arithmé-

arithmétique; & ils le sont dans ce cas-ci, où j'ai supposé qu'ils sont proportionnels à la suite des degrés égaux du Thermomètre (663 & 664). Or la *formule* ci-dessus, donne les *réfractions* en *progression harmonique*: Car dans l'expression: $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2\ c}$; le *dividende* est constant, & les *diviseurs* suivent une progression arithmétique, puisque *c* exprime des *degrés* égaux du Thermomètre: par conséquent les *quotiens*, soit les valeurs de *b*, ou les *réfractions*, sont en *progression harmonique*.

Le changem. du *zéro* du Therm. produit un changement dans la grandeur de ses *degrés*.

840. Pour ne pas embrasser trop d'objets à la fois dans l'exposition des principes de cette *formule*; j'ai supposé jusques ici, que le déplacement du *zéro* du Thermomètre, ne produisoit aucun changement dans la grandeur de ses *degrés*: ce qui n'est pas exact. Je vais donc montrer à présent; quelle étenduë doivent avoir les *degrés* de ce Thermomètre, ou en quel nombre de parties doit être divisé l'intervalle des *termes fixes*; pour correspondre à cette nouvelle position du *zéro*, en conservant la même *formule*.

Fondem. de la grandeur des *degrés*, dans le Therm. pour la mesure des *hauteurs*.

Pour cet effet, il faut se rappeller, que la grandeur des *degrés* de mon Thermomètre pour la mesure des *hauteurs*, est fondée, sur ce que (supposant que les dilatations de l'*air* & du *mercure* sont proportionnelles) ils expriment des 500mes., ou les *demi-degrés* des 1000mes. du volume de l'*air*, lorsqu'il est à la température *zéro*. A cette température, le volume de l'*air* est donc supposé = 1000, &, nommant toûjours *c* le nombre des *demi-degrés* observés sur le Thermomètre en + ou en — rélativement au *zéro*, le volume de la même masse d'*air* pour toute température, est $1000 \pm c$.

Différence dans l'expression du *Therm. astron.* par le déplacem. du *zéro*.

Or j'ai supposé que la température à laquelle M. l'Abbé *de la Caille* avoit fixé ses *réfractions moyennes*, étoit $-17 = -\frac{34}{2}$ de mon Thermomètre. Ainsi le volume de notre masse d'*air*, à cette température, sera $1000 - 34 = 966$. Par conséquent, si nous prenons cette température pour le *zéro* du *Thermomètre astronomique*; ses *demi-degrés* représenteront des 966mes. du volume de l'*air*; & non des 1000mes., comme je l'avois supposé d'abord. S'il en falloit une preuve; nous la trouverions en cherchant, d'après cette estimation, quel

 seroit

feroit le volume de l'*air*, en paſſant de la température correſpondante au *zéro* du *Thermomètre aſtronomique*, à celle qui correſpond au *zéro* de mon Thermomètre pour la meſure des *hauteurs*: lequel volume nous ſavons devoir être $= 1000$. Le *zéro* de mon Thermomètre correſpondroit à $+ 17$ du *Thermomètre aſtronomique*; cela eſt évident: & le volume de l'*air*, à $+ 17$ de ce *Thermomètre*, feroit $966 + \frac{17 \times 2 \times 966}{966} = 1000$.

Différence qui en résulte dans la *formule* pour la correction des *réfractions*.

Alors la *formule* pour la correction des *réfractions moyennes*, ne devroit plus être $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2\ c}$; elle devroit être $\frac{966\ .\ a}{966 \pm 2\ c}$. Mais cette nouvelle *formule* feroit trop incommode dans la pratique, à cauſe du nombre 966, qui deviendroit *multiplicateur* & *diviſeur*; ce qui nous feroit perdre la commodité qui ſe trouve dans la prémière *formule*. J'appliquerai donc ici, ce que j'ai dit en traitant de l'*échelle* du Thermomètre (453 *b*): qu'on ne doit point ſe gêner par une grandeur déterminée de ſes *degrés*: mais qu'il faut les proportionner à l'uſage qu'on veut en faire, toutes les fois que cet uſage peut devenir fréquent.

Changem. à faire dans le *Therm. aſtron.* pour revenir à la même *formule*.

Je changerois donc la grandeur des *degrés* de mon *Thermomètre* pour les *réfractions*; afin de retrouver dans la *formule*, le nombre 1000, ſi commode comme *multiplicateur* & *diviſeur*. On voit d'abord que les nouveaux *degrés* de ce Thermomètre, doivent être plus petits que les précédens; & que leur nombre, dans l'*intervalle fondamental*, doit être au nombre des degrés précédens, comme 1000 à 966. Ainſi, puiſqu'il y en avoit 186 de ces derniers dans cet *intervalle*, c'eſt-à-dire entre *la glace qui fond* & l'*eau bouillante*; la nouvelle *Echelle* devra en contenir $192\frac{1}{2}$ ($1000 : 966 :: 192\frac{1}{2} : 186$). Mais je donnerois, en nombre rond, 192 *degrés* à l'*échelle* du *Thermomètre aſtronomique*. Ce nombre ſera commode, lorſqu'on voudra exécuter cette *échelle*, parce qu'il a beaucoup de diviſeurs. Je placerai alors le *zéro* à 23 de ces *degrés* au deſſus de *la glace qui fond*: quoique par la différence des *degrés*, il ne dût être qu'à environ $22\frac{1}{2}$. Mais outre qu'on pourroit ſans conſéquence, choiſir l'un des nombres ronds les plus voiſins, pour la commodité; je ſoupçonne que le *terme fixe inférieur*. du Thermomètre de M. l'*Abbé de la Caille*, n'étoit

pas

pas le vrai *terme* de M. *de Réaumur*; mais qu'il étoit, comme dans le nôtre, *la glace qui fond* (446g). Et alors le 10e. *degré de ce Thermomètre*, correspondroit en effet à 23 *degrés* au dessus du même terme dans le *Thermomètre astronomique*.

Avec cette division du Thermomètre, on conserveroit donc, pour corriger les *refractions moyennes* en conséquence des variations de la *chaleur*, la *formule* commode $\frac{1000\ a}{1000 \pm 2c}$: & je crois que cette *formule* seroit aussi exacte qu'il est besoin. J'ai montré, il est vrai, en traitant de la mesure des *hauteurs* (661), quelques causes d'incertitude dans la détermination des effets de la *chaleur* sur la *densité* de l'*air*, qui peuvent influer ici : mais c'est d'une manière presqu'insensible. Et d'ailleurs, si l'on parvient à quelque détermination plus exacte sur ce point; il n'en résultera probablement, que quelque correction dans l'*Echelle* du *Thermomètre astronomique*. Exactitude qu'on doit en attendre.

841. Je ne puis m'empêcher de faire ici une petite digression sur le Thermomètre en général. On voit par la manière dont je viens de le modifier pour le rendre propre à l'Astronomie; à quel point il importe d'y avoir des principes simples & assurés; avec qu'elle facilité son *Echelle* se prête à toute sorte de forme, dès qu'on est sûr de la *marche* du liquide dont il est fait, & qu'on peut se retrouver aisément à des points fixes. Si l'on ne convenoit pas généralement de n'y employer jamais que le *mercure*, & de déterminer toûjours de la même manière *l'intervalle fondamental*; on tomberoit dans la plus grande confusion, dès qu'on voudroit y faire des changemens de cette sorte. Importance d'un Thermomètre bien déterminé.

On voit en même tems, qu'avec ces précautions, on ne doit se faire aucun scrupule de changer son *Echelle*, dès qu'on y gagne essentiellement du côté de la commodité. Puisqu'on pourra toûjours se faire entendre par des indications nettes, & ramener même, par des calculs simples & cours, les observations faites sur ces *Echelles* particulières, à l'expression de *l'Echelle* commune, qui, par un effet de l'habitude, nous donnera toûjours des idées plus sensibles de la *chaleur*. Utilité de pouvoir changer son *Echelle*.

Distinction provisionelle de deux *fonctions* du *Baromètre* pour la correction des *réfractions*.

842. Je viens aux deux rapports que j'ai distingués, entre les variations du Baromètre & celles des *réfractions*. Cette distinction ne sera peut être pas toûjours nécessaire : je ne la propose à présent, que parce qu'il me paroît important d'éclaircir mes doutes, sur l'effet que peut produire dans les *réfractions*, le mélange des *vapeurs* avec *l'air*. Mais si l'expérience ne vérifioit pas ma conjecture ; ou si cet effet ne pouvoit être soumis à aucune règle fixe ; il faudroit revenir alors, à n'assigner qu'une seule *fonction* au Baromètre ; en corrigeant simplement les *réfractions moyennes*, dans le rapport de la hauteur du mercure pour laquelle elles auront été établies, à sa hauteur observée. On pourra même dès à présent, se contenter de cette correction ; en attendant que quelque Astronome laborieux, aît entrepris les vérifications que je propose. Après cette remarque nécessaire, je reviens à ma distinction.

Prémière *fonction*, rélative à la hauteur de l'*Observatoire*.

Le prémier rapport des variations du Baromètre avec celles des *réfractions*; est très-bien déterminé : c'est celui qui est rélatif à la différence d'élévation des lieux où l'on observe. Il est certainement vrai à cet égard, que *la réfraction actuelle est à la réfraction moyenne* ; *comme la hauteur actuelle du Baromètre, est à sa hauteur pour laquelle la réfraction moyenne a été fixée.* Ce seroit donc l'objet d'une correction particulière, qui pourroit toûjours être séparée de la suivante, lorsqu'on connoîtroit la hauteur d'un Observatoire ; comme je l'expliquerai bientôt.

Seconde *fonction*, rélative aux variations que subit l'*air*.

843. L'autre correction indiquée par le Baromètre, est rélative à la cause qui le fait varier dans un même lieu. Si cette cause ne produisoit de changement que dans le *poids* de l'air ; comme il n'en resulteroit qu'un changement proportionnel dans sa *densité*; la correction qu'elle exigeroit sur les *réfractions*, se confondroit absolument avec la précédente ; & l'observation du Baromètre suffiroit, sans égard à la hauteur du lieu. Mais si par cette cause, *l'air* devient plus ou moins *élastique* ; & surtout, s'il éprouve quelque altération dans sa *vertu réfringente*; les variations des *réfractions* ne seront pas proportionnelles à celles du Baromètre : soit parce que ces dernières ne le seront pas aux variations de la *densité de l'air*; soit principalement parce qu'elles n'auront aucun rapport immédiat avec des changemens dans la *vertu réfringente* de ce fluide.

844. Il me paroît donc convenable, jusqu'à ce que mon doute à cet égard soit éclairci, de séparer ces deux corrections lors qu'il sera possible : & on le pourra, toutes les fois qu'on saura à quelle hauteur se tient le mercure dans le Baromètre au lieu de l'observation, tandis qu'il est à 28 *pouces* à l'Observatoire de Paris. Je choisis encore ce point de comparaison; parce que c'est celui auquel M. l'*Abbé de la Caille* avoit rapporté ses *réfractions moyennes*. Il convient de les distinguer.

845. On peut connoître ce rapport par deux moyens. Le prémier & le plus sûr, seroit employé lorsqu'on connoîtroit la hauteur d'un Observatoire au dessus de celui de *Paris*; ou au dessus du niveau de la mer, plus bas de 46 *toises* que la grande sale de ce dernier. Car par ma Règle pour la mesure des *Hauteurs*; lorsqu'on connoît la hauteur du mercure dans le Baromètre en deux lieux différemment élevés, & la température de l'air; on peut en conclure la différence de hauteur de ces lieux: & par conséquent, cette différence de hauteur étant donnée; on peut connoître la hauteur du Baromètre qui, dans l'Observatoire comparé, correspond à celle de 28 *pouces* dans l'Observatoire de *Paris*, par une température de l'air déterminée, qui devroit être le *zéro* du *Thermomètre Astronomique*. I. Moyen de connoître la hauteur du Bar. dans un certain lieu, quand il est à 28 *pouces* à l'Observat. de Paris.

On peut encore connoître ce rapport, par un milieu entre un certain nombre d'observations correspondantes du Baromètre dans les deux Observatoires; si la distance n'est pas de beaucoup plus grande que 100 lieuës. II. Moyen.

846. Je suppose donc que par l'une de ces deux méthodes, on aît trouvé quelle est la hauteur du Baromètre, qui, dans le lieux de l'observation, correspond à celle de 28 *pouces* à l'Observatoire de *Paris*. La différence de ces deux hauteurs, indiquera un changement proportionnel & constant, qu'on devra faire sur les *réfractions moyennes* de M. l'*Abbé de la Caille*. Ou plutôt, chaque Observateur pourra dresser sa Table particulière de *réfractions moyennes*, rélatives à la hauteur de son Observatoire; c'est-à-dire, fixée pour la hauteur du Baromètre trouvée correspondante à celle de 28 *pouces* à l'Observatoire de Paris. *Réfractions moyennes* à fixer pour chaque Observatoire.

847. Lorsqu'on aura ainsi déterminé les effets que produisent Correction.

à faire sur les réfractions moyennes, pour les variations du Baromètre dans un même lieu.

sent sur les *réfractions*, les variations de la *chaleur*, & la différence d'élévation, dans un air qui ne change point de nature : on découvrira bien plus aisément les effets qu'y produit la cause qui fait varier le Baromètre. Car en corrigeant simplement, dans chaque Observatoire, les effets des différences de *chaleur* sur les réfractions : le reste des variations qu'on y découvrira ; devra être attribué à cette cause, & comparé aux variations du Baromètre.

Difficultés.

848. Il est souvent utile de connoître à l'avance, les difficultés qu'on rencontrera dans une entreprise. Si quelquefois elles découragent ; il est plus ordinaire qu'elles excitent au travail, en intéressant le génie. Je ne dissimulerai donc point les difficultés qu'on éprouvera dans la recherche de cette dernière correction, si les *vapeurs* sont la principale cause des variations du Baromètre, & si elles apportent des changemens dans l'*élasticité* & dans la *vertu réfringente* de l'*air*.

Le Baromètre ne peut indiquer exactement la présence des vapeurs, ni leur quantité, au lieu de l'observation.

Si cela est ; on ne trouvera point de rapport constant entre les variations des *réfractions* & celles du Baromètre ; car d'abord, les *vapeurs* n'agissent pas toûjours dans une même étenduë des colonnes d'air ; ni également dans toute l'étenduë qu'elles embrassent : elles peuvent occuper la plus grande partie de la colonne qui repose sur le Baromètre, sans atteindre le lieu où il est placé, ou sans y être en aussi grande abondance ; & réciproquement. De sorte que les variations du Baromètre, n'indiqueront pas toûjours l'état de l'air à cet égard dans le lieu de l'observation ; & que par conséquent on éprouvera des exceptions fréquentes.

Effets des vapeurs sur le rapport de la chaleur à la densité de l'air.

Il peut encore résulter de cette cause, des exceptions à la Règle de correction pour les variations de la *chaleur* ; car la *chaleur* n'agit pas de la même manière sur un *air humide*, que sur un *air sec* ; & la Règle que j'ai donnée, qui est le résultat moyen d'un grand nombre d'observations, suppose par conséquent un état moyen de l'*air*, quand à son mélange avec les *vapeurs*.

L'hygromètre devient nécessaire à la correction des réfractions.

849. L'*hygromètre* deviendra donc encore un instrument nécessaire à l'Astronomie : il peut seul indiquer sûrement, si au moment de l'observation, l'*air* est plus *humide* ou plus *sec* qu'un certain point déterminé, auquel on rapporteroit aussi

les *réfractions moyennnes*. Lorsque que l'*hygromètre* seroit à ce point, quelle que fût la hauteur du mercure dans le Baromètre, la *réfraction* lui seroit toûjours proportionnelle. C'est ainsi du moins que je crois qu'on le trouveroit par l'expérience.

Je ne m'arrêterai pas à développer l'usage de l'*hygromètre*, pour la correction des *réfractions*. Je l'ai fait ci-devant à l'égard de la mesure des *Hauteurs* (737 & suiv.), & ce que j'en ai dit est presqu'immédiatement applicable aux *réfractions*, que j'avois déjà en vuë lorsque je suis entré dans le détail de ce qu'indiquent mes observations sur la présence des *vapeurs* dans l'*air* quand le Baromètre *baisse*. Remarque à ce sujet.

850. Je vais finir par récapituler en peu de mots ce que j'ai dit sur les *réfractions*. Il y a de nouvelles découvertes à faire, ou des doutes à lever sur cet objet; c'est sous ce point de vuë que je l'envisagerai principalement. Récapitulation.

851. Il me semble d'abord, qu'il faudroit que dans tout Observatoire dont la hauteur au dessus du niveau de la mer seroit connuë; on eût des Tables de *réfractions moyennes*, qui ne différassent entr'elles qu'à cause de la différence de hauteur des lieux; c'est-à-dire proportionnellement à la différences des hauteurs correspondantes du Baromètre (846.). Cette prémière fixation, qui éprouveroit vraisemblablement des correction dans la suite, pourroit être faite d'abord sur les *réfractions moyennes* de M. l'*Abbé de la Caille*. Le degré de *chaleur* auquel elle correspondroit, qui seroit le même pour toutes les Tables, seroit nommé *zéro* sur le Thermomètre (838). *Refractions moyennes à fixer pour chaque Observatoire.*

852. Je suppose que par de nouvelles observations, faites avec des Baromètres & des Thermomètres bien construits, & en y joignant au moins quelque espèce d'*hygroscope*; on se fût mis en état de comparer les *réfractions moyennes* indiquées par ces Tables, avec un grand nombre de *réfractions actuelles*; (c'est-à-dire, trouvées par l'expérience, en employant les moyens qu'on a de les découvrir lorsqu'on se propose ce but.): On feroit d'abord sur les *réfractions moyennes* correspondantes aux mêmes angles, la correction que j'ai indiquée pour les différences de la *chaleur* de l'*air* (840); & l'on compareroit ensuite aux variations du Baromètre, ce qui resteroit de diffé- Moyen de découvrir si les variations des *réfractions*, sont proportionnelles à celles du Baromètre *sédentaire*.

rence entre les *réfractions moyennes* ainsi corrigées, & les *réfractions actuelles*. Si l'on trouvoit un rapport assez régulier, entre ces différences & celles du Baromètre; on auroit atteint le but. Et si elles se trouvoient proportionnelles aux hauteurs mêmes du Baromètre; cet instrument n'auroit plus alors qu'une fonction; les mêmes *réfractions moyennes* serviroient pour tout Observatoire, quelle que fût sa hauteur; & elles devroient être corrigées dans le rapport de la hauteur observé du Baromètre avec la hauteur 28 *pouces*.

Moyen de découvrir si les *réfractions moyennes* de M. *de la Caille* doivent être changées.

853. Mais je doute que le travail soit si court. Il me semble surtout qu'on sera obligé à quelque correction sur les *réfractions moyennes*; à cause de l'imperfection des instrumens de météorologie qu'on a employé jusqu'ici: à moins que par hazard, leurs défauts ne se soyent compensés. On auroit un indice certain de la nécessité d'un changement à faire aux *réfractions moyennes*; si, après avoir fait les corrections pour la différence de la *chaleur*, on trouvoit des écarts dans le même sens, sur celles des observations où la hauteur du *Baromètre* auroit peu différé de 28 *pouces*. Et ce ne seroit qu'après avoir fait ce changement, qu'on pourroit décider quelle seroit la correction rélative aux *variations* du Baromètre. C'est ainsi que dans mes recherches sur la mesure des *hauteurs*, j'étois obligé à quelque correction dans les coéficiens de mes prémières formules, chaque fois que j'écartois de mes observations quelque cause d'erreur.

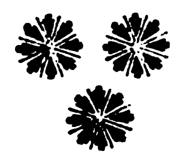
Et si les *vapeurs* influent sur la *réfraction*.

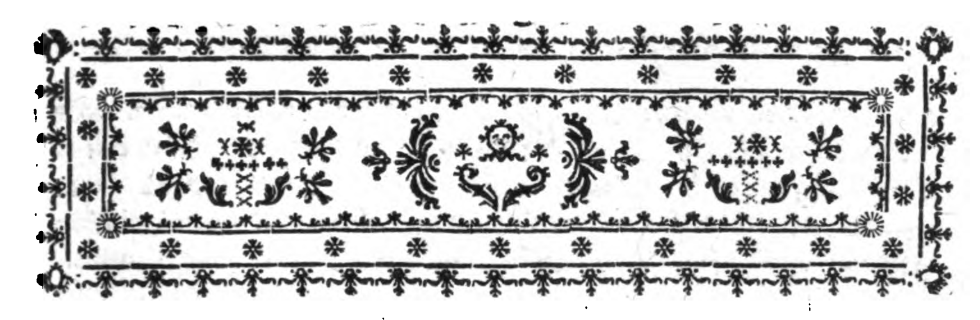
854. Si après avoir fait ce changement aux *réfractions moyennes*, & en les corrigeant pour les différences de la *chaleur* de l'*air*, leurs différences d'avec les *réfractions actuelles* ne conservoient pas un rapport assez régulier avec les *variations* du Baromètre: il faudroit alors se contenter de corriger les *réfractions moyennes* fixées pour la hauteur de 28 *pouces* dans le Baromètre, proportionnellement à la différence de cette hauteur avec celle qui auroit été observée. On verroit les exceptions à découvert par ce moyen; & on pourroit les comparer avec ce qu'auroit indiqué l'*hygroscope*, exposé à l'air libre auprès de l'instrument à prendre les hauteurs des Astres.

855. C'est-là, je l'avouë, que se trouveroient les difficultés; parce

parce que malheureusement nous manquons encore d'un *hygromètre*; c'est-à-dire, d'un instrument qui, en indiquant des variations dans l'*humidité*, les mesure d'une manière déterminée, & depuis un point déterminé. Cependant on ne seroit pas sans secours à cet égard, par les *hygroscopes* mêmes, si l'on découvroit quelque rapports entre les changemens qu'ils indiqueroient dans l'*humidité* de l'*air*, & les exceptions dont je viens de parler. Je ne m'arrêterai pas à indiquer de petites ressources dont on pourroit user en ce cas; l'expérience guidera les Observateurs plus sûrement que je ne pourrois le faire. Usage de l'hygroscope.

856. Ce qui me paroît certain, c'est qu'avec des *réfractions moyennes* ramenées aussi près de l'exactitude qu'on le peut maintenant, & corrigées sûrement pour les différences de la *densité* de l'*air*, résultantes de la différence du poids qui le comprime & de celle de la *chaleur*; s'il reste d'autres causes de changement dans la *réfraction*; & je crois possible qu'il y en aît; on les mettra bien mieux à découvert qu'on ne le pouvoit lorsque tout étoit incertain. Elles échaperont difficilement à l'œil attentif du Physicien qui s'appliquera à comparer les exceptions qu'éprouveront les Règles principales, avec les circonstances qui les auront accompagnées. Un ample recueil d'observations sur un même objet, aussi soigneusement débarassées d'un tas de circonstances inutiles dont on les charge quelquefois, que scrupuleusement accompagnées de toutes celles qui peuvent avoir de l'influence; est un guide précieux dans l'étude de la nature. Car toute la Physique est enchainée; & lors qu'on tient un prémier rapport entre quelqu'effet & sa cause; il est bien rare qu'il ne conduise pas à développer l'entrelassement des autres effets qui paroissoit d'abord un cahos. Conclusion.





RECHERCHES

Sur les Variations de la chaleur de l'*Eau bouillante.*

SUPPLEMENT

A l'un des articles du Chapitre II. de la IIe. PARTIE.

ACCOMPAGNÉES

De la Rélation de quelques Voyages, faits pour cet objet dans les Montagnes du FAUCIGNY.

CHAPITRE PREMIER.

*Occasion de ces nouvelles Recherches sur la chaleur de l'*Eau Bouillante.

857. L'Ouvrage que je donne au Public, n'est point l'exécution d'un plan prémédité. Je n'avois pas fait mes prémières expériences pour les écrire : mais j'ai écrit, parce qu'après les avoir faites, j'ai trouvé des résultats qui m'ont paru mériter l'attention des Physiciens. Je n'avois point non plus de project déterminé en commençant ces expériences. J'aimai la Physique dès ma prémière jeunesse ; & m'occupant d'abord des objets qui sont le plus à la portée de cet âge, je fis des Thermomètres & des Baromètres.

Je ne tardai pas à appercevoir que mes Baromètres différoient sensiblement dans leurs indications, quoique placés dans un même lieu. Je m'obstinai à en chercher les causes ;

& je parvins à faire des Baromètres qui conservoient assez d'accord entr'eux, lorsqu'ils étoient affectés du même degré de chaleur (*a*). Je trouvai aussi le moyen de les ramener à cet accord, quand il étoit troublé par la différence de la chaleur. Jusques-là ce n'étoit qu'amusement; & je ne songeois point à écrire.

Pendant que je m'occupois d'expériences physiques; mon frère jettoit les prémiers fondemens d'un Cabinet d'Histoire Naturelle. Ce goût avoit trop de rapport avec le penchant qui me portoit en général à l'étude de la nature, pour qu'il ne nous devînt pas commun. Nous commençâmes ensemble des courses dans les Montagnes; & comme les fossiles étrangers à la terre, faisoient notre principale étude; il nous vint quelques

(*a*) Puisque l'occasion se présente encore de parler des différences de hauteur du mercure dans différens Baromètres, j'en profiterai pour rapporter une expérience qu'à fait depuis peu M. *L'Epinasse*, Membre de la Société Royale de Londres, résidant à *Nion* en Suisse. Il est parvenu à faire tenir le mercure à la même hauteur dans deux tubes, quoiqu'il ne l'eût fait bouillir que dans l'un des deux : ce qui paroît contraire à ce que j'ai dit ci-devant sur ce sujet.

M. *L'Epinasse* a employé du mercure revivifiés du cinabre : il a lavé avec de l'esprit de vin l'intérieur de ses tubes, & il les a frottés ensuite fortement avec un piston de linge, jusqu'à ce qu'ils fussent bien secs; après quoi il y a versé le mercure. Les deux tubes sont à peu-près semblables, & plongés dans des reservoirs semblables aussi. J'ai vû en effet ces deux Baromètres exactement à la même hauteur. Cependant je n'avois pû mettre d'accord mes Baromètres, sans y faire bouillir le mercure.

Il paroît delà, que les opérations par lesquelles M. *L'Epinasse* a nettoyé ses tubes, & que je n'employois pas; en ont détaché la couche d'air qui les tapissoit : & que cette opération peut être équivalente sur ce point à celle du feu.

J'ignore cependant, si M. *L'Epinasse* auroit réussi aussi bien, avec des tubes de ces pays-ci. Les siens sont d'Angleterre, & le verre de ce pays-là surpasse tous ceux que je connois, par l'homogénéité de sa matière, & par le poli de sa surface, qui en est une suite. On peut en juger par les *Niveaux* qu'on fait de tubes de ce même verre, où la bulle d'air varie par une inclinaison d'une *seconde* de *degré*: M. *L'Epinasse* m'en a montré un qui atteint ce degré de perfection. Tandis que les meilleurs tubes que j'ai pu employer pour mes Baromètres, fourniroient à peine des *Niveaux* sensibles à une inclinaison d'une *minute*. Il y a même assez de différence entre les tubes Anglois eux-mêmes à cet égard : & tel tube, destiné à un *Niveau*, coûtera *demi-guinée*; tandis qu'un autre ne vaudra pas un *demi sol*, par ce que la bulle d'air s'y meut trop difficilement.

Cela revient à ma conjecture sur les causes des différences variables que je remarque encore dans mes Baromètres : & je crois toûjours, que si l'on pouvoit y employer des tubes sans défaut & du mercure revifiée du cinabre; ces différences dimінueroient beaucoup, si elles ne disparoissoient totalement. (656)

Au reste, M. *L'Epinasse* n'avoit pas encore soumis ses deux Baromètres à toutes les expériences auxquelles j'ai soumis les miens. Je ne sais pas par exemple, si la chaleur produit les même effets dans l'un & dans l'autre. Et d'ailleurs, quoique par l'effet que j'en ai vû, sa méthode me paroisse très-bonne; je crois qu'il sera toûjours plus court & généralement plus sûr, de faire bouillir le mercure dans les tubes des Baromètres pour les purger d'air & d'humidité.

ques idées cosmologiques, que nous cherchâmes à vérifier par l'étude des Montagnes mêmes.

En 1754, nous fîmes ensemble un voyage à la partie des *Alpes*, qui borne le *Fancigny* au Levant. J'ai déja dit que ce fut là l'occasion de toutes les expériences que j'ai faites depuis, pour la mesure des Hauteurs par le Baromètre.

J'étois déja parvenu à des résultats assez satisfaisans, lorsque M. *de la Condamine* passa à *Genève*. Je lui communiquai le succès de mes travaux. Personne ne pouvoit y prendre un plus grand intérêt que lui : on sait combien il s'étoit occupé de cet objet avec MM. *Bouguer* & *Godin*, pendant leur séjour dans les *Cordelières*. Je lui promis, que dès que mes expériences seroient terminées, j'en ferois part à l'Académie de Paris dont il est Membre.

Je le fis en 1762 ; & l'Académie honora ce prémier ouvrage de son approbation. Il se trouva déja trop étendu pour être imprimé dans ses Recueils, & c'est la cause de ce qu'il l'est devenu bien davantage. M. *de la Condamine* me conseilla de le faire imprimer moi-même, après l'avoir développé dans quelques points qu'il m'indiqua. M. *de la Lande*, Membre de la même Académie ; insista aussi beaucoup auprès de moi sur la nécessité de ces développemens.

J'avois eu trop de regret moi-même, de ne pas approfondir certains points qui m'avoient parû fort-intéressans, pour n'être pas aisément déterminé. Mais toûjours plus entraîné par mon penchant, que secondé par les circonstances, je n'ai jamais pû former un plan suivi dans mes expériences, ni donner à l'exposition que j'en faisois successivement, une forme plus méthodique que celle de mes travaux. Delà le peu de proportion qu'on a pû remarquer entre les divisions & les subdivisions de mon ouvrage ; & même l'entrelassement des matières. C'est un défaut que j'ai senti, sans pouvoir le corriger.

Le *Supplément* que je donne ici, & qui devoit être encore incorporé dans le CHAPITRE II. de la II PARTIE s'il eût été fait à tems, est un exemple de la manière dont cet ouvrage s'est grossi, tandis même qu'il étoit sous Presse. Mais puisque ce fragment se trouve aujourd'hui détaché ; je me donnerai plus de carrière dans les détails.

Le *maximum* du chaleur de l'*eau bouillante*, tient à des questions fort intéressantes en physique.

858. L'objet que je vais traiter, est la *chaleur de l'eau bouillante* : & la perfection du Thermomètre, est mon but principal. On verra cependant que c'est un point de Physique très-intéressant en lui-même ; & qui s'est trouvé par l'examen, bien moins simple qu'on ne l'avoit imaginé.

On découvre rarement du prémier coup d'œil dans les phénomènes les prémières *Loix* de la Nature.

859. Quoique les prémières *Loix* de la Nature soient vraisemblablement fort simples ; il n'est presque aucun des phénomènes soumis à nos observations, qui soit l'effet immmédiat de ces *Loix*. C'est là un des grands obstacles à la découverte des *Causes*, & la source la plus féconde de nos erreurs. On n'apperçoit qu'un seul effet ; on est tenté de l'assigner à une cause unique ; & le plus souvent il résulte, ou de la combinaison de cette cause avec d'autres ; ou même de plusieurs causes toutes différentes de celle qu'on avoit imaginée.

Il faut commencer par s'assurer, des *Loix* que suivent les phénomènes.

860. Le plus sûr moyen d'éviter ce genre d'erreur ; c'est de ne prononcer jamais sur les *Causes*, qu'après avoir approfondi les effets, & découvert les *loix* qu'ils suivent dans leurs divers degrés. Ces *loix* des phénomènes, sont le seul guide assuré du Physicien : si elles ne le conduisent pas toûjours à la découverte de la vérité ; elles le garantissent du moins de l'erreur. Car si l'on a bien déterminé les effets, & qu'on les compare à des causes chimériques ou insuffisantes : il est presqu'impossible qu'elle si applique exactement.

Erreur sur la cause des différences de la *Chaleur* de l'*eau bouillante* en des lieux différemment élevés.

861. On a fait *bouillir* de l'*eau* au bord de la Mer, par une certaine hauteur du Baromètre : on en a fait *bouillir* sur de hautes Montagnes, où le Baromètre se tenoit plus bas qu'au bord de la Mer ; & l'*eau bouillante* s'y est trouvé moins chaude. La diminution du poids de l'air, est la cause de cet abaissement du Baromètre : c'est donc aussi la cause de cette diminution de chaleur de l'*eau bouillante* : Voilà ce qu'on a pensé.

Les variations de la *chaleur* de l'*eau bouillante* ne sont pas proportionnelles à celles du *Baromètre*.

862. Mais si la diminution de la chaleur de l'*eau bouillante* dans les lieux élevés, est uniquement duë, commme celle de la hauteur du Baromètre, à la diminution du poids de l'air ; ces deux effets doivent être proportionnels entr'eux. Cependant ils ne le sont pas : c'est ce que m'ont appris un grand nombres d'expériences.

863. J'ai rendu compte des prémières observations de ce genre, que j'avois faite en 1762, dans la route de *Genève* à *Gènes*. J'aurois pû me contenter de faire l'expérience à *Gènes* & sur le *Mont-Cenis*; la différence de hauteur étoit assez grande, pour que les petites inexactitudes qui auroient pû se glisser dans ces deux déterminations, n'eussent pas été sensibles dans la règle que j'en aurois tirée pour de moindres différences, en les supposant proportionnelles à la différence totale trouvée entre *Gènes* & le *Mont-Cenis*. Mais j'étois accoutumé à ne pas m'en tenir à des conjectures, lorsque je pouvois consulter l'expérience.

864. Je voulus donc savoir, si en effet les rapports des différences du *poids de l'air* & de la *chaleur de l'eau bouillante*, seroient partout semblables à celui que je trouverois entre les plus grandes différences. Pour cet effet, je fis des observations à diverses hauteurs; & je crus appercevoir, que les diminutions de la *chaleur de l'eau bouillante*, croissoient plus rapidement que celles du *poids de l'air*. Mais je ne trouvai point de *loi* régulière dans cette accélération de décroissemens: & quelqu'attention que j'eusse porté à toutes les circonstances, je ne découvris non plus aucune cause à laquelle ont pût les attribuer.

Je suspectai alors les observations elles-mêmes; ou plûtôt je pensai qu'il n'y avoit que des observations faites avec la plus grande exactitude, qui pussent m'aider à découvrir la vraie marche de la Nature dans ces phénomènes.

865. J'avois pour cet effet plusieurs choses à corriger dans ces expériences. Toute la variation que j'avois observée sur mon Thermomètre plongé dans l'*eau bouillante* à différentes hauteurs, n'étoit que de $\frac{5\frac{1}{2}}{80}$ ou à peu près $\frac{1}{15}$ de l'*intervalle fondamental* de son *Echelle* (451 *d.*); & cette différence correspondoit à 6 *pouces* $\frac{1}{2}$ de variation dans le Baromètre. Ainsi 1 *ligne* de variation dans ce dernier instrument, qui marque un changement sensible dans le poids de l'air, ne produisoit qu'environ $\frac{1}{14}$ de *degré* de différence sur le Thermomètre. Il falloit donc au moins, pouvoir y mesurer exactement des 14mes de *degré*; & s'assurer de l'exactitude de l'observa-

Raison des Suspicion.

servation à tous égards, jusqu'à ce point. Or je ne pouvois pas me flatter d'avoir atteint ce degré de précision.

Le Thermomètre n'étoit pas assez sensible.

866. D'abord quant à la subdivision des *degrés*; mon Thermomètre, dont l'*intervalle fondamental* n'avoit que 53 *lignes*; étoient trop peu *sensible*, pour y saisir exactement des 14mes. de *degré*; surtout en n'employant, comme je l'avois fait, qu'un fil mobile, dont je prenois la distance d'avec le sommet avec un compas. Il n'y avoit pas eu moins d'incertitude dans l'observation elle-même. La vapeur de l'*eau bouillante* m'offusquoit souvent, & ternissoit le tube; quoique j'eusse soin de me mettre sur le vent lorsqu'il en faisoit. Je n'avois pas non plus des commodités suffisantes pour faire bouillir l'eau. J'étois obligé de m'arranger avec le lieu: & souvent la gêne, l'obscurité, l'impatience des gens que je dérangeois, m'avoient fait déterminer le point où se tenoit le Thermomètre, d'une manière dont je n'étois pas absolument satisfait. Ainsi, quoique j'eusse apporté à ces expériences, tous les soins qui étoient alors en mon pouvoir; & à plusieurs égards, de plus grands qu'on n'en avoit pris jusqu'alors: je n'avois pas encore fait assez pour l'exactitude: & quand j'aurois trouvé par ce moyen une *loi* régulière, différente de la simple proportion entre les deux *effets* que j'observois: je n'aurois pas cru la tenir de la Nature, mais de circonstances particulières.

La vapeur de l'eau bouillante l'obscurcissoit.

Le manque de commodité nuisoit aux expériences.

Résolution de répéter ces expériences.

Cependant ces expériences m'intéressoient d'autant plus fortement, que leur résultat étoit plus inattendu, & je résolus d'approfondir cette matière, en me munissant d'instrumens que je ne pusse point suspecter. C'est ce que j'ai fait, avec les instrumens que je vais décrire.



CHAPITRE

CHAPITRE SECOND.

Description des Instrumens *employés à de nouvelles observations de la* chaleur de l'Eau Bouillante.

867. LE tube de mon nouveau Thermomètre a 9 *pouces* $\frac{1}{4}$ de long : & comme il est inutile pour ces expériences, que le point correspondant à la température de la *glace qui fond*, soit beaucoup au-dessus de la boule ; ni celui de *l'eau bouillante* dans la plaine, beaucoup au-dessous du sommet ; j'ai proportionné la boule au tube de manière, que la dilatation du mercure en passant de la prémière de ces températures à l'autre, produit une variation dans le tube de plus de 8 *pouces* d'étenduë, & par conséquent chaque *degré* ou 80me. partie de l'*intervalle fondamental* (451 *d*) est d'environ 1 *lig.* $\frac{1}{4}$.

Nouveau Thermomètre.

Etenduë de ses degrés.

868. Un des points essentiels, étoit de subdiviser exactement ces *degrés* dans l'observation. C'est ce que j'ai obtenu par le moyen d'un *Micromètre*, qui fait partie de la Monture du Thermomètre, représenté en entier dans la *Fig.* 1 de la *Pl.* VI. Cette figure a dans toutes ses dimensions les $\frac{2}{3}$ de celles de l'original. La monture consiste d'abord en une plaque de léton *a*, *b*, *c*, *d*, *e* : recourbée de *b* en *a* à angle droit, du côté opposé au tube. Sur cette portion recourbée, j'ai attaché par trois vis, *a*, *b*, *c*, *Fig.* 2, un Cadran, dont le diamètre est égal à la largeur de la plaque. Ce Cadran est posé de manière, qu'une vis *d*, *e* (*Fig.* 2), qui le traverse par son centre, passe librement derrière la plaque. La tête de cette vis se termine au-dessus du Cadran en forme de *clef* (*f*, *Fig* 1 & 2.). Sa base est dressée au tour, & porte exactement sur le cadran. Une virole placée au-dessous, & retenuë en *d* (*Fig.* 2). par une goupille qui traverse la tige de la vis, empêche que celle-ci ne puisse monter ou descendre lorsqu'on la fait tourner par la *clef*.

Micromètre.

869. L'usage de cette vis, est de faire mouvoir une petite plaque de léton *g* (*Fig.* 1), qui sert à marquer la hauteur du

Ses fonctions.

 mercure

mercure dans le Thermomètre plongé dans l'eau bouillante. Le plan de cette plaque coupe à angle droit celui de la monture : elle eſt échancrée vis-à-vis du tube, le long duquel elle monte ou deſcend, lorſque la vis fait monter ou deſcendre une autre pièce *g* (*Fig.* 2) qui porte la petite plaque par deux bràs, qui traverſent la monture, & gliſſent dans deux couliſſes *h*, *h* (*Fig.* 1 & 2.) Ces deux bras *u*, *u* (*Fig* 1) ſont fendus pour recevoir la petite plaque, que des goupilles y retiennent.

Echelle de ce Thermomètre.

870. L'Echelle tracée ſur la monture de ce Thermomètre, vers l'une des couliſſes, ne ſert qu'à marquer le nombre des *tours* de la vis : chaque trait correſpond à un de ces *tours*. Ils ſont numérotés de 5 en 5, en partant du haut. Les *tours* ſont ſubdiviſés en 12 *parties* ſur le cadran; & le nombre de ces *parties* eſt indiqué par un *index*, fixé à la tête de la vis. Ainſi quel que ſoit le rapport de la boule au tube dans le Thermomètre appliqué à cette monture, j'exprime toujours en *parties* de *tour* de la vis, le point où il s'eſt tenu; après avoir cherché cependant le rapport de ces *parties* avec l'*intervalle* compris entre le point de *la glace*, & celui d'où je commence à compter les *tours* de vis, qui eſt marqué *o*. Ainſi j'exprime toûjours le point où s'eſt tenu le Thermomètre plongé dans l'eau bouillante, en déduiſant du nombre total de *parties* de *tour* compris dans l'*intervalle* ci-deſſus, celui dont la petite plaque qui marque ce point s'eſt trouvée abaiſſée au-deſſous de *o*. La ſaillie de cette petite plaque, contribuë à l'exacte détermination du point où s'élève le mercure; parce qu'en plaçant l'œil de manière qu'il raſe le deſſus de cette plaque, on eſt aſſuré de l'amener exactement au niveau de la ſurface du mercure. L'un des côtés de la même plaque, qui s'étend juſques ſur l'Echelle, marque le nombre des *tours* de vis; & l'*index* du cadran, indique les *parties* de *tour*.

Précaution pour bien obſerver.

871. Je me ſers d'une loupe pour obſerver, quoique la colonne de mercure ſoit aſſez viſible ſans ce ſécours; mais la loupe me fait appercevoir de petites variations qui échaperoient à l'œil ſimple; & pour rendre la colonne plus viſible encore, j'ai incruſté dans la monture, derrière le haut

haut du tube, une plaque d'argent *blanchi*. Avec ces ſecours, l'étenduë de $\frac{1}{12}$ de *tour* de la vis eſt ſuffiſamment ſenſible; & cependant, ſur le Thermomètre qui a ſervi à toutes mes expériences, cette étenduë eſt à peu-près la 50 *partie* d'un *degré* ou de $\frac{1}{10}$ de l'*intervalle fondamental*. Une plus grande ſubdiviſion des *degrés* ſeroit inutile. Il y a dans l'obſervation elle-même des cauſes d'incertitude, qui ſurpaſſent de beaucoup $\frac{1}{50}$ de *degré*.

872. La dilatabilité du léton par la chaleur étant plus grande que celle du verre, & cette différence devenant ſenſible ſur une longueur de 9 *pouces* $\frac{1}{2}$; ſi le tube avoit été fixé à la monture par le bas, l'alongement de celle-ci dans l'eau bouillante, auroit trompé dans l'obſervation. Je n'ai donc arrêté le tube que par le haut; où il entre dans une eſpèce de pince annulaire *k* (*Fig.* 1), qui le ſerre par le moyen d'une vis. Et pour m'aſſurer qu'il ne change point de poſition, j'ai fait paſſer au travers du cadran, l'extrêmité *l* d'une vis, contre laquelle le ſommet du tube s'appuye, & chaque fois que je veux obſerver, j'ai ſoin de voir ſi ce ſommet touche l'extrêmité de la vis: il ne l'abandonne point pour l'ordinaire. Le tube n'étant ainſi fixé que par le haut, & l'*échelle* étant tout près de ce point; l'effet de la différence de la dilatabilité du léton & du verre eſt abſolument inſenſible.

Contre la dilatabilité de la Monture.

873. Le reſte de la Monture ne ſert qu'à garantir le Thermomètre. On voit dans la *Fig.* 1 comment elle y pourvoit. Il me ſuffit de faire remarquer, que la boule eſt renfermée dans une eſpèce de cage, formée par l'extrêmité de la plaque, en *d*, *e*, & par deux pièces de léton courbées, dont l'une *m*, *m*, *n*, eſt poſée ſur le devant, & l'autre *o*, *p*, *n*; par derrière: elles tiennent l'une à l'autre par le moyen de deux vis *g*, *r*, qui traverſent la plaque. Le tube, quoique retenu entre ces deux vis, n'y eſt point gêné; il peut gliſſer quand la monture s'alonge dans l'eau bouillante: & pour éviter qu'il ne balotte, je l'ai enveloppé dans cet endroit d'une virole de léton élaſtique, qui arrête les petits mouvemens qu'il pourroit faire ſans cela. Cette virole n'empêche pas que le tube ne repoſe ſur la Monture, parce que celle-ci eſt creuſée en cet endroit. Le tube eſt encore retenu ſur la

Pour préſerver le Thermomètre.



Monture par deux liens de fil de cuivre garni de ſoye (*s*, *s*), qui n'empêchent point non plus l'alongement du léton. Le fil *t* eſt celui qui marque le point où s'arrête le mercure dans la *glace fondante*.

Pour faire bouillir l'eau.

874. Il s'agit à préſent de la manière de faire bouillir l'eau. J'avois remarqué pluſieurs inconvéniens dans mes prémières obſervations, auxquelles il falloit pourvoir. 1°. Le poids de l'eau ſur elle-même, & de grandes différences dans la forme du vaſe, influent ſur le degré de chaleur de l'eau qui bout. Il falloit donc avoir un vaſe exprès, qui fût le même pour toutes les expériences, & où le Thermomètre fût toûjours placé de la même manière 2°. Il faut que l'eau bouille extrêmement pour atteindre ſon plus haut degré de chaleur. Et cependant, elle s'élance alors hors du vaſe avec violence: & ſi elle n'eſt pas retenuë, elle tombe ſur le feu & l'éteint. Il falloit donc trouver quelque moyen de la retenir dans ſes élancemens, ſans la gêner. 3°. La vapeur épaiſſe qui s'élève de l'eau qui bout à ce degré, couvre bientôt le tube, & empêche de voir le mercure. Il falloit trouver le moyen de s'en délivrer. 4°. On ne trouve pas partout des emplacemens convenables pour faire un feu auſſi ardent qu'il eſt néceſſaire pour que l'eau bouille avec violence. J'avois donc beſoin d'un réchaud propre au vaſe, dans lequel je puſſe allumer un feu de charbon.

Deſcription du vaſe employé à cet uſage.

875. Pour ſatisfaire à la prémière condition, j'ai fait faire un vaſe de cuivre, de la forme repréſentée par la *Fig.* 3. Il a 9 *pouces* $\frac{1}{2}$ de haut, ſur 2 *pouces* $\frac{1}{2}$ de diamètre à l'embouchure, & 4 *pouc.* 2 *lig.* dans la plus grande largeur de ſon fond. Le haut de ce vaſe eſt d'étain, il eſt taillé en forme de vis, pour recevoir un couvercle de même matière, deſtiné à fermer le vaſe, lorſqu'on veut le porter plein d'eau. Cette précaution m'étoit néceſſaire, parce qu'on ne trouve pas de l'eau partout ſur les Montagnes. C'eſt dans ce vaſe que j'ai fait toutes mes dernières expériences.

Manière d'y placer le Thermomètre.

876. Pour ſuſpendre toûjours mon Thermomètre à la même hauteur; j'ai mis derrière ſa monture, en *i*, *i* (*Fig.* 1 & 2) deux pièces de léton; percée d'un trou quarré long, propres à

à recevoir une *clef* de léton *f*, *f* (*Fig.* 4), qui paſſant dans le couvercle que cette figure repréſente, & dont je parlerai bientôt, tient toûjours le Thermomètre ſuſpendu à la même hauteur dans le vaſe. Sa boule ſe trouve alors à 1 *pouc.* $\frac{3}{4}$ de diſtance du fond.

Comme la vis qui ſert au *Micromètre*, éprouve quelque réſiſtance à tourner, & que le poids du Thermomètre n'eſt pas ſuffiſant pour vaincre cette réſiſtance, je joins à la monture, lorſque je veux obſerver, une eſpèce de Fourchette *x* (*Fig.* 1), par laquelle je retiens le Thermomètre d'une main, tandis que de l'autre je fais tourner la vis. Cette Fourchette s'enfile dans des pièces de léton poſées pour cet effet ſous le Cadran.

877. La ſeconde précaution qu'il falloit prendre, étoit d'empêcher l'eau, qui s'élance du vaſe en bouillant, de ſe répandre ſur le feu. J'ai fait ſouder pour cela au vaſe, à 1 *pouce* de diſtance de ſon embouchure, un rebord d'1 *pouce* de ſaillie, qui ſe relève juſqu'à niveau de cette embouchure, & qui forme ainſi un canal circulaire, dans lequel l'eau eſt retenuë. Elle s'écoule enſuite par un tuyau de 3 *pouc.* $\frac{1}{2}$ de longueur, dans un petit vaſe ſuſpendu au bout de ce tuyau. Ainſi l'eau qui s'élance du grand vaſe, paſſe dans le petit; & quand elle a trop diminué dans le prémier avant que mon expérience ſoit finie, je puis l'y remettre, ſans preſque ſuſpendre l'ébullition. D'empêcher l'eau de ſe répandre ſur le feu.

878. Il falloit encore, comme je l'ai dit, me garantir de la vapeur de l'eau bouillante, qui terniſſoit & le tube & la loupe, & qui m'offuſquoit par ſon opacité. J'ai cherché pour cet effet à couvrir exactement une partie de l'embouchure du vaſe & du canal qui l'environne, du côté où ſe trouve le tube du Thermomètre; en évitant cependant de gêner l'eau quand elle bout, de peur d'augmenter ſa chaleur, par la même cauſe qui l'augmente dans le *digeſteur* de *Papin*. C'eſt à quoi ſert une eſpèce de couvercle repréſenté par la *figure* 4, dans les mêmes proportions avec l'original, que les *figures* 1 & 2. D'écarter la vapeur de l'eau.

La partie cylindrique de ce couvercle embraſſe l'embouchure du vaſe, en laiſſant cependant un peu de vuide tout le tour. Cette partie dépaſſe pour cet effet, par deſſous, la pla-

que



que *d*, *e*, *d*, destinée à couvrir une partie du canal qui règne autour de l'embouchure du vase. Le dessus du couvercle, qui forme un segment de cercle d'environ 220°. est coupé en *a*, *a*, *b*, *b*, jusqu'au diamètre, par un ouverture un peu moins large que la Monture du Thermomètre; mais elle a la même largeur dans son fond, à cause des coches *b*, *b*. La Monture a des coches semblables, en *y*, *y* (*Fig.* 1), qui lui permettent d'entrer par l'ouverture *a*, *a*; mais dès que le Thermomètre s'est un peu abaissé, il ne peut pas resortir. Il s'applique ainsi exactement au couvercle, qui est échanché vis-à-vis du tube, en *c*.

Pour lier le Thermomètre au couvercle, je fais passer par des ouvertures pratiquées dans la partie cylindrique de celui-ci, & diamètralement opposées, la *clef*, *f*, *f*, dont j'ai parlé ci-devant; qui passant aussi dans les ouvertures des pièces *i*, *i* (*Fig.* 1, 2) appliquées derrière la Monture du Thermomètre, le tient solidement fixé au couvercle; & par lui dans le vase, lorsqu'il y est placé.

C'est au rebord de ce couvercle que j'ai attaché la loupe dont je me sers pour mieux observer le Thermomètre. On voit qu'elle peut être élevée ou abaissée suivant le besoin.

Tel est le moyen que j'ai employé pour me délivrer de la vapeur de l'eau bouillante. Le couvercle empêche qu'elle ne puisse s'élever du côté du tube, & la détermine du côté opposé; & cependant, comme le couvercle s'élève de 7 ou 8 *lignes* au-dessus de l'embouchure du vase; qu'il laisse un peu de vuide tout le tour, & qu'il est fort ouvert du côté opposé au tube, les bouillons de l'eau ne sont point retenus; elle s'extravase avec liberté.

Une autre avantage de cette machine, c'est que le Thermomètre est solidement suspendu par son moyen; & qu'il ne peut être balotté par la plus violente ébullition de l'eau. On peut donc sans risque l'abandonner quelquefois, pour respirer à son aise; ce dont on a grand besoin de tems en tems.

Quoique ce *couvercle* m'ait servi très-utilement, il ne garantit pas toûjours le tube de la vapeur; en prenant même la précaution de le tourner au vent. Dans les courans d'air les

les plus réguliers, il y a toûjours quelque moment où il tourbillonne : la vapeur embrasse alors toute la machine, & quelquefois dans l'instant où l'on va observer. Je suis obligé dans ces momens-là de souffler ou de faire souffler sur le tube & sur la loupe, pour dissiper la vapeur. J'ai éprouvé qu'il convient de chauffer la loupe, pour que la vapeur s'y condense plus difficilement ; je le fais en la plongeant un moment dans l'eau bouillante.

879. La dernière précaution que j'avois trouvé nécessaire, étoit de m'assurer d'un moyen de faire aisément partout un feu suffisant. C'est ce que j'ai obtenu au moyen du Réchaud représenté dans la *Fig*. 3 : il est de l'espèce la plus commune, & en même tems la meilleure. Je lui ai fait mettre un manche qui tient à vis, afin de pouvoir l'ôter dans le transport : j'ai fait aussi recourber vers le dedans ces trois branches, qui par dessous servent de pied, & par dessus de support ; ce qui lui fait occuper moins de place dans mon équipage de course. J'ai besoin de cette œconomie de volume ; parce que je suis souvent obligé de porter du charbon, sans lequel il est difficile d'avoir un feu assez vif, ou de l'avoir promptement. Il faut surtout & nécessairement en porter au sommet des hautes Montagnes, où il ne croit plus ni arbres ni arbustes, & où par conséquent on est totalement dépourvû de matière à faire du feu.

Réchaud pour faire chauffer l'eau.



CHAPITRE III.

Remarques sur le degré d'exactitude qu'on peut attendre dans la déterminaison de la chaleur de l'Eau Bouillante. *Choix d'un lieu fort élevé, pour y faire cette observation.*

Incertitude dans les observations de la chaleur de l'eau bouillante.

880. J'Ai dit ci-devant qu'il étoit inutile, dans les observations de la *chaleur de l'eau bouillante*, de pouvoir diviser les *degrés* du Thermomètre en *parties* plus petites que des 50mes. Je vais en dire maintenant la raison, quoiqu'elle tienne à des causes dont je ne parlerai que dans la suite. Mais cette matière étant chargée de beaucoup de détails, il est bon de l'en débarrasser le plus qu'il est possible, avant d'entrer dans le fort de la discussion. Les *phénomènes* une fois d'écrit; on ne s'occupera plus que des *loix* & des *causes*. Je commencerai donc par celui-ci, parce qu'il est lié à la construction de l'instrument, & à la manière d'observer.

Une de ses causes est le changement de la hauteur de l'eau.

L'observation de la *chaleur de l'eau bouillante* est très-délicate en elle-même; parce que cette *chaleur* a un *maximum* assez difficile à saisir. D'un côté, il faut que l'eau bouille avec la plus grande force, pour qu'elle acquière sa plus grande chaleur. Mais en bouillant ainsi, elle s'extravase, sa quantité diminuë, & avec elle la chaleur de l'eau restante: car son degré dépend un peu, de la quantité d'eau qui appuie sur le fond du vase.

Il résulte delà, que pour des expériences destinées à chercher la vraie *loi* des accroissemens de la *chaleur de l'eau bouillante*, il falloit toûjours déterminer son degré avec la même quantité d'eau; quoiqu'elle fût dans une agitation qui la faisoit extravaser très-promptement.

Précaution à prendre.

Je mets donc toûjours la même quantité d'eau dans mon vase; j'entretiens au-dessous un feu très-ardent, afin que lorsqu'elle vient à bouillir, ce soit tout-à-coup avec la plus grande violence; j'ai d'avance la main au Micromètre & l'œil à la Loupe; je fais suivre au Micromètre le mouvement

ment du mercure qui monte peu à peu dans mon Thermomètre; tellement que j'arrive avec lui à sa plus grande élévation, qui ne dure qu'un instant; c'est-à-dire pendant que le vase contient encore toute l'eau qu'il peut contenir dans une forte ébullition : sa quantité diminuë bientôt; & quoique toûjours extrêmement bouillante, sa chaleur peut diminuer de $\frac{1}{10}$ de *degré*.

Après une prémière observation, je remets dans le grand vase, l'eau qui est passée dans le petit (*Fig.* 3); je ranime le feu s'il est nécessaire, & j'observe de nouveau. Je le fais plusieurs fois de suite, & je m'arrête ordinairement au point le plus haut de toutes ces observations.

881. Je dis ordinairement; & voici en quoi consiste l'incertitude dont j'ai parlé. Quelquefois, après avoir trouvé un même degré de chaleur dans plusieurs itératives, il arrive tout-à-coup que le mercure s'élève de 3 ou 4 *parties* du *micromètre* au-dessus de ce point, & lors même que l'eau a diminué. Quelquefois aussi la colonne de mercure monte & descend de cette quantité, par des alternatives assez promptes; quoique l'eau bouille toûjours au même degré. Il faut donc attendre un moment où le mercure soit fixe; changer la disposition du feu ou remettre de l'eau : en un mot il faut assez de tems, avant de pouvoir bien déterminer le point où le mercure se trouve le plus souvent. Or comme malgré toute l'attention & la constance possible, on ne peut jamais s'assurer d'avoir déterminé ce point à 2 ou 3 parties du *micromètre* près : il seroit inutile que ces parties fussent plus petites, ou que le Thermomètre fût plus *sensible*. Limites des erreurs dans ces observations.

Ces difficultés dans l'exacte détermination d'un phénomène, ne sont pas particulières à cette espèce d'observation. Je n'en ai fait aucune, d'aucun genre, où, lorsque j'ai voulu approfondir la marche de la Nature, je n'aie trouvé dans les *confins* des effets, cette espèce de *balancement* ou d'indétermination, qui indique, ou des actions successives, ou des *entrelassemens* d'effets; & souvent l'un & l'autre. Erreurs communes à la plûpart des observations.

882. Ce ne fut qu'après m'être bien exercé aux observations de la *chaleur de l'eau bouillante* avec mes nouveaux instrumens, Raison particulière de faire l'observation



de la *chaleur* de *l'eau bouillante* sur une fort haute Montagne.

mens, que je songeai à les faire, dans des lieux où elles pussent être utiles à mon but. Il s'agissoit alors de trouver quelque Montagne fort élevée, & à portée de *Genève*, où je pusse aller faire *bouillir* de *l'eau*. La différence que j'avois trouvée entre l'expérience de M. *le Monnier* sur le *Canigou*, & la mienne sur le *Mont-Cenis*, me faisoit extrêmement desirer d'en faire une dans un lieu aussi élevé que la prémière de ces Montagnes.

Je fis part de mon dessein à mon frère, pour avoir ses conseils sur le choix du lieu, & son aide dans l'exécution. Nous avions été ensemble, comme je l'ai dit, à la partie des *Alpes* la plus voisine de *Genève*, dans le *Faucigny*; & nous y avions vu plusieurs sommités bien plus élevées que le *Canigou*. Cependant nous n'espérions pas d'y trouver un lieu propre à notre expérience: les parties accessibles de cette portion de la chaîne, sont toutes trop basses; & les sommités n'offrent que des Pics en forme d'obéliques, dont les côtés les moins rapides sont recouverts de glace.

Montagne dans le *Faucigny* propre à cette observation.

883. Mais nous avions remarqué hors de la chaîne, & à une distance un peu moindre de *Genève*, une Montagne dont le sommet, quoique toûjours couvert de glace, nous avoit paru accessible. On la voit de la rive occidentale du Lac près de *Geneve*, entre celles du *Mole* & des *Voirons*, mais dans un grand éloignement.

Incertitude sur la route pour y parvenir.

Nous cherchâmes donc à nous informer du nom de cette Montagne, du lieu où elle étoit située, de la route qu'il falloit prendre pour y arriver, & si elle étoit accessible: mais nous ne pûmes rien apprendre sur tout cela; nous ne trouvâmes personne qui la connût. Nous fûmes donc obligés de courir l'événement de faire un voyage inutile en l'allant chercher nous-mêmes. Nous en fîmes deux sans succès, & ce ne fut qu'au troisième que nous y parvînmes.

Voyages faits à cette Montagne.

Ces voyages m'ont paru assez intéressans, pour mériter l'attention de ceux de mes Lecteurs qui aiment l'Histoire Naturelle. C'est pourquoi je vais en donner une rélation, avant d'entrer dans l'examen des expériences qui en étoient l'objet.

CHA-

CHAPITRE IV.

Rélation de divers Voyages aux Montagnes de SIXT *en* FAUCIGNY.

884. NOus partîmes de Genève, mon frère & moi, le 24 Aoust 1765, dirigeant d'abord notre route par *St. Joire*. En approchant de ce Bourg, nous perdîmes de vuë la Montagne que nous allions chercher: mais nous avions déja compris qu'il falloit gagner la vallée de *Taninge*. Nous la découvrîmes en effet au fond de cette vallée, dès que nous y fûmes entrés. Nous nous arrêtâmes pour la considérer attentivement avec des lunettes, & nous nous affermîmes dans l'idée qu'elle étoit accessible jusqu'à son sommet, & par la face même qui se présentoit à nous. Mais quelles erreurs ne produit pas l'éloignement! Ce qui paroît le plus inabordable de loin, offre quelquefois des routes aisées; mais plus souvent on est arrêté tout court, dans des lieux où l'on ne prévoyoit aucune difficulté. Départ pour les Montagnes de *Sixt*.

A *Taninge* encore, nous jugions que notre projet étoit facile: mais ensuite, plus nous approchâmes de la Montagne, plus elle nous parut escarpée. Cependant nous ne prévîmes point l'espèce de difficulté qui nous arrêta dans la suite. Passage à *Taninge*.

En approchant du Bourg de *Samoin*, nous remarquâmes que le sommet *glacé* de la Montagne, qui étoit proprement l'objet de notre course, s'abbaissoit peu-à-peu, comparativement à certaines bandes de rochers, dont jusqu'alors il nous avoit paru faire partie. Au delà de *Samoin*, notre Montagne fût cachée pour nous par une autre plus voisine qu'il nous falloit tourner. La nuit s'approchoit, & en même tems le chemin devenoit plus difficile, de sorte que nous étions dans l'embarras, lorsque nous atteignîmes un paysan qui faisoit la même route. Il nous apprit que le village de *Sixt* étoit au pied de notre Montagne, & qu'il y alloit lui-même. Nous le suivîmes donc, & après avoir traversé *Vallon*, village situé dans une plaine très-riante, nous entrâmes dans un défilé qui nous conduisit le long du Giffre (*a*), au village de *Sixt*. Nous A *Samoin*. A *Vallon*. Arrivée à *Sixt*.

(*a*) Le *Giffre* est un torrent assez considérable, produit par la fonte des glaces de la Montagne où nous avions dessein d'aller. Il se jette dans l'*Arve* au-dessus de la *Bonne-Ville*.

y arrivâmes de nuit, après onze heures de marche.

Abbaye de *Sixt*.

885. Il s'agiſſoit de trouver un gîte. Notre guide ne nous en avoit fait eſpérer que dans une Abbaye, composée de Chanoines qui ſont Seigneurs du lieu. Mais le Couvent étoit déjà fermé. Cependant la néceſſité nous enhardit : nous parvînmes à nous faire entendre ; nous expoſâmes nos beſoins ; & nous fûmes accueillis avec toute l'hoſpitalité poſſible.

Incertitude ſur la route à tenir depuis là.

Pendant qu'on nous préparoit à ſouper, ces Meſſieurs firent venir des gens du hameau qui connoiſſoient la Montagne. Mais comme les pâturages qui les y appellent, ne ſont qu'à la moitié de ſa hauteur, ils ne pûrent rien nous dire de la ſommité où nous voulions parvenir : l'un d'eux offrit ſeulement de nous conduire juſqu'aux *granges* les plus élevées de la Montagne, où devoit ſe trouver un berger plus inſtruit que lui.

Il fut donc arrêté que nous partirions le lendemain matin pour la Montagne ; & nos hôtes obligeans nous fournirent toutes les proviſions néceſſaires pour cette courſe.

Granges des *Communes*.

886. Le hameau où nous devions aller ſe nomme les *Granges-des-communes*. C'eſt une file de huttes, rangées dans la direction de la pente du pâturage, au-deſſous d'un petit rocher. Ces huttes ne conſiſtent qu'en un enclos de pierres rangées les unes ſur les autres à trois pieds d'élevations, couvertes d'un toit fait d'éclats de ſapin, dont le fête eſt dans la direction de la file des huttes. On ne peut s'y tenir debout que dans le milieu. C'eſt dans ces frêles & incommodes habitations, que les payſans de *Sixt* viennent paſſer le tems, peu long à la vérité, où le pâturage eſt découvert de neige. Il ſeroit inutile qu'ils donnaſſent plus de ſoin à la conſtruction de ces cabanes : car malgré l'arrangement dont je viens de parler, fait pour qu'elles ſe garantiſſent les unes les autres ; & malgré le petit rocher qui les couvre du côté de la Montagne ; il arrive très-ſouvent qu'elles ſont écraſées par les *avalanches* ; & elles le ſeroient également, quand on les conſtruiroit à plus grand fraix.

Avalanches de neige.

887. Puiſque j'ai principalement deſſein de rapporter dans cette rélation, les remarques de Phyſique & d'Hiſtoire Naturelle que nous avons faites dans ces voyages ; il ne ſera pas hors

hors de propos, de dire ici un mot de ce terrible phénomène des hautes Montagnes, qu'on nomme *Avalanches*.

La neige, soit dans sa chute naturelle, soit lorsqu'elle est accumulée par les vents, s'arrête souvent en des lieux où elle ne se soutient, que parce que la prémière couche s'est accrochée aux inégalités des corps qui la reçoivent, & que les couches successives se sont entrelassées avec cette prémière. Les observateurs ont dû remarquer, dans la plaine même, des amas de ce genre qui surprennent au prémier coup d'œil. Tant que la couche de neige n'est pas trop épaisse, ou que rien n'altère sa liaison; son adhérence l'emporte sur son poids, & elle reste immobile. Mais si la masse devient trop grande, ou que quelque cause affoiblisse ses liens, tout s'écroule à la fois.

Formation des grands amas de *neige*.

Cet affoiblissement des liens de la neige peut venir de deux causes principales. La plus fréquente a lieu au printems. L'air se réchauffant dans cette saison, la neige commence à fondre: l'eau qui en distille s'écoulant par dessous, mine les crampons par lesquels la masse entière tient au terrein. Ou si elle repose sur quelqu'un de ces talus rapides formés des débris des rochers supérieurs; c'est le terrein lui-même qui s'ébranle; surtout quand ces rochers sont d'ardoise ou d'autres pierres feuilletées, dont les débris sont de petites plaques qui tendent à glisser les unes sur les autres, & qui glissent en effet, lorsque l'eau qui distille de la neige s'est insinuée entr'elles.

Prémière cause de leur chûte. La fonte de la *neige*.

Une autre cause de la chute de ces masses de neige, pour ainsi dire suspendues, est au contraire le grand froid. Il se fait alors une plus forte congélation de la neige, qui brise ses rameaux, & la réduit en une fine poussière, dont les particules sont dures & lisses. Les liens sont alors affoiblis partout, & il vient un moment, où la masse ne pouvant plus se soutenir se précipe toute entière.

Seconde cause. Une plus forte congélation de la *neige*.

Une des causes les plus ordinaires de la chûte de ces masses; c'est de nouvelle neige. Elle produit une augmentation de poids, que l'adhérence en partie détruite, dans l'ancienne masse, ne peut plus supporter. Les vents y contribuent quelquefois. D'autres fois aussi, quand l'adhérence est extrêmement affoiblie, ou que le poids est prêt à l'emporter sur elle; la moindre

Causes déterminantes de la chûte. De nouvelle *neige*. Les vents.

Le bruit seul. moindre cause suffit pour déterminer la chûte. Les Montagnards sont convaincus, que le son des sonnettes de leurs mulets suffit seul pour déterminer cette chûte de neige, qu'on appelle *avalanche*. Aussi, dans les passages dangereux, ils ôtent toûjours ces sonnettes au printems. Quelquefois aussi, quand les *avalanches* ont trop tardé de se faire en des endroits où elles se font annuellement, ils cherchent à les accélérer en tirant des coup de fusil dans les environs.

Différence que produit la hauteur des Montagnes à l'égard des *Avalanches*.

888. Dans les Montagnes d'une hauteur médiocre, telles que la chaîne du *Jura*, les *avalanches* produisent rarement de grands ravages. Il n'y a pas sur ces Montagnes des surfaces *nues* assez grandes pour cela : elle sont presque partout entrecoupées de bois, de rochers ou de ravins, qui détruisent la continuïté de la neige. D'ailleurs elle commence plus tard à y tomber, que sur les hautes Montagnes; elle y fond souvent plusieurs fois avant l'hyver, & toûjours plûtôt au Printems: ensorte qu'il ne s'en fait jamais de grands amas. Mais dans le haut des *Alpes*, où il neige déjà au mois de Septembre, & souvent au mois d'Aoust; où les neiges du mois d'Octobre ne fondent plus qu'avec celles de l'hyver, & seulement au mois de Mai : il s'en accumule quelquefois des tas énormes & sur d'immenses surfaces continues. Si tout-à-coup de telles masses viennent à s'écrouler dans les vallées, on sent quel horrible fracas doit accompagner leur chûte.

Ouragan formé par les Avalanches.

889. Mais un effet des *avalanches*, qu'on n'imagine pas aisément ; c'est celui de la pression de l'air sur leur passage. J'avois souvent ouï raconter dans les Alpes, les ravages terribles, occasionnés par cette espèce d'*ouragán*; semblable en tout à ceux qui sont produits par l'abaissement rapide de nuées subitement condensées. Mais je n'en avois pas vû des traces aussi sensibles que celle qu'on nous montra quelques années après ce prémier voyage, dans la Montagne même de *Sixt*.

Exemple dans la Montagne de *Sixt*.

Le pâturage des *Communes*, est surmonté par des pentes très-roides, formées des débris des rochers supérieurs. Ces pentes, avec les rochers qui les dominent, forment une hauteur verticale de plus de 3000 *pieds*, dans une vaste étenduë. Presque toute cette surface se couvre de neige, qui

qui s'y accumule même par les vents. Quand l'épaisseur n'en est pas considérable, elle se fond peu à peu sans s'écrouler. Mais pendant l'hiver de 1769 à 1770, il en tomba tellement, que sa masse ne put plus se soutenir lorsqu'elle eut été réduite en poussière par le froid. Elle s'écroula tout-à-coup, & fondit sur le pâturage des *Communes*, qu'elle couvrit, & son extrêmité gagna la pente qui est au-dessous. L'effet de l'air pressé par la chûte de cette masse, fut si terrible; que l'*ouragan* se fraya un passage au travers d'une forêt de hêtres & de sapins qui couvre cette pente, & ne laissa pas un arbre sur pied dans sa route. Il suspendit le cours du *Giffre* qui coule dans la Vallée; & renversa du côté opposé un grand nombre d'arbres, & des granges bien plus solides que celles qui restèrent couvertes & écrasées par l'*Avalanche* dans le pâturage des *Communes*.

890. C'est sur les Rochers d'où partent ces tempêtes, que nous avions à monter. On conçoit déjà, combien la route que nous avions à tenir étoit scabreuse. Les pieds ne trouvent pas aisément de la prise, là où la neige ne peut se soutenir. Quand nous vîmes ces rochers de près, en arrivant au *Granges des Communes*, il nous fallu prendre beaucoup de confiance au nouveau guide qui se joignit à nous, pour entreprendre d'y gravir. **Rochers escarpés qui dominent les Communes.**

Mais ce qui nous inquiétoit le plus, c'est que nous avions absolument perdu de vuë ce sommet glacé, l'objet de notre voyage. Nos guides, qui, quoique habitans de la Montagne, n'étoient jamais montés sur ces rochers, prétendoient qu'il étoit au-dessus, & qu'en les traversant nous arriverions bientôt sur la glace. Nous nous abandonnâmes donc à leur conduite, après avoir observé le Baromètre aux *Granges des Communes*, donc la hauteur s'est trouvée par cette observation, de 3875 *pieds* au-dessus du niveau du *Lac de Genève*. **Observation du Baromètre aux Granges des Communes.**

Nous montâmes pendant près de quatre heures, par des routes où nous fûmes souvent obligé de nous aider de nos mains; & souvent aussi d'user de précaution lorsque nous voulions regarder en arrière. Cependant l'impatience de voir ce que ces rochers nous cachoient, nous aidant à surmonter ces obstacles, nous arrivâmes enfin à leur sommet. Mais

quelle fût notre ſurpriſe & notre chagrin, lorſque nous nous vîmes au haut du plus terrible des précipices, par lequel nous nous trouvâmes ſéparés de cette ſommité que nous cherchions.

Nous reſtâmes longtems immobiles d'admiration autant que d'effroi. Le *Mont-Blanc* ſe préſentoit à nos yeux dans toute ſa majeſté : je ne dis pas trop, c'eſt l'expreſſion qu'il inſpire. Le précipice même qui arrêtoit notre courſe, étoit majeſtueux. Qu'on ſe figure une profondeur de plus de 4000 *pieds*, entourée de rochers à pic, & dans laquelle il ſembloit que quelques pas en avant alloient nous précipiter : cette idée ne peut qu'être effrayante : mais les yeux, après s'être arrêtés ſur ces rochers avec effroi, ſe repoſoient agréablement au fond du précipice. Un pâturage riant, parſemés de granges & entouré de bois, adouciſſoit l'horreur de ces lieux ; dont les caſcades qui s'y précipitoient de toute part du haut des rochers, troubloient ſeules le ſilence ; les mugiſſemens des troupeaux, ne pouvoient parvenir juſqu'à nous.

Le projet abandonné.

Quand nous pûmes nous occuper d'autre choſe que d'objets ſi nouveaux pour nous, quoique accoutumés aux Montagnes ; nous montrâmes avec dépit à nos guides, la ſommité où nous voulions aller : mais il n'étoit plus tems. La moitié du jour étoit déjà écoulée ; & quoiqu'il nous parût qu'en tournant le précipice par la gauche, nous pourrions y parvenir ; l'entrepriſe étoit trop longue & trop hazardeuſe pour ce qui nous reſtoit de jour.

Le Thermomètre pour l'obſervation de la *chaleur de l'eau bouillante*, rompu.

D'ailleurs ce n'étoit pas là le ſeul incident fâcheux de notre voyage ; mon nouveau Thermomètre, pour lequel nous l'avions entrepris, s'étoit rompu dans le chemin. J'avois cru le garantir aſſez, en le renfermant avec beaucoup de cotton dans le vaſe où je devois le mettre à l'eau bouillante. Mais ſans doute que ſa monture fléxible, peu ſoutenuë par ce foible appui, s'étoit courbée dans quelque ſecouſſe : car je trouvai le tube rompu par le milieu.

Obſervation du Baromètre ſur les Rochers des *Communes*.

891. Il fallut donc renoncer pour lors à notre entrepriſe. Nous obſervâmes le Baromètre ſur ces rochers ; qui ſe trouvèrent élevés de 2863 pieds au-deſſus des *Granges des Communes*, & par conſéquent de 6738 pieds au-deſſus du niveau

veau du *Lac*. Nous redescendîmes après cette observation, & nous revînmes coucher à l'Abbaye; d'où le jour suivant nous nous rendîmes à Genève.

892. Des objets plus importans dont nous fûmes occupés au retour de ce voyage; l'accident arrivé à mon Thermomètre, qu'il n'étoit pas facile de réparer; l'incertitude d'atteindre le sommet glacé, après une course longue & fatiguante, nous firent perdre de vuë l'objet même de notre voyage: & comptant avec assez de raison sur mes prémières expériences, considérées seulement dans leur rapport avec la correction du Thermomètre, je me déterminai à imprimer cette partie de mon ouvrage telle qu'elle se trouvoit alors. Les nouvelles expériences sur la *chaleur de l'eau bouillante* abandonnées pendant quelque tems.

Elle étoit en effet sous presse, lorsque j'eus occasion de faire un voyage en Languedoc. La perspective de me rapprocher du bord de la Mer, rappella mes idées sur cet objet. Je rétablis mon Thermomètre; je le mis à l'abri des accidens par un étui; & je le portai en Languedoc, où je fis de nouvelles observations de la chaleur de l'*eau bouillante*, par des hauteurs du Baromètre bien plus grandes que je ne pouvois les observer à *Genève*. Mes principales observations fûrent à *Beaucaire*. J'en fis aussi le long de la route. Reprises à l'occasion d'un voyage en *Languedoc*.

De retour de ce voyage, je comparai ces nouvelles observations avec les anciennes, & avec celle de M. *Le Monnier* sur le *Canigou*. Je trouvai que mes observations faites en Languedoc s'écartoient plus encore de celle de M. *Le Monnier*, que les prémières, où étoit comprise celle du *Mont-Cenis*. C'est-à-dire, que la diminution de chaleur de l'*eau bouillante*, correspondante à un certain abaissement du Baromètre, étoit moindre encore, que je ne l'avois trouvée par mes prémières observations. L'incertitude sur les expériences précédentes augmentée.

Je ne doutai plus alors, que les diminutions de la chaleur de l'*eau bouillante*, n'allassent en croissant, comparativement à d'égales diminutions successives de hauteur du mercure dans le Baromètre: ce qui reveilla tout l'intérêt que j'avois pris d'abord à cet objet; & en même tems mon désir de faire une expérience de ce genre à la même hauteur que M. *Le Monnier*. Nous formâmes donc de nouveau, mon frère & moi, le pro- Résolution prise de retourner à la Montagne de *Sixt*.

 jet

jet de monter au ſommet de la Montagne de *Sixt*; & nous étions prêts à partir pour ce voyage, lorſqu'on finiſſoit d'imprimer mes prémières expériences ſur le même objet. Cependant j'avois beaucoup de raiſons de ne plus ſuſpendre l'impreſſion de mon ouvrage ; ce qui me détermina à la continuer, en me contentant de l'*avertiſſement* qui termine l'article où je traite cette matière.

Incertitude ſur le ſuccès d'un nouveau voyage.

893. Je pris d'autant plus aiſément cette réſolution, que rien n'étoit plus incertain que le ſuccès d'une nouvelle tentative pour monter ſur le ſommet glacé de la Montagne de *Sixt*. Tout ce que nous avoient dit nos guides en 1765 ſur les routes qu'on pourroit prendre pour y parvenir, n'étoit que conjecture. Car quoique du haut du précipice qui nous arrêta alors nous viſſions à découvert le rameau de cette Montagne où ſe trouve cette ſommité ; elle paroiſſoit ſi eſcarpée de toute part, qu'à moins de ſavoir poſitivement qu'on y étoit monté, on ne pouvoit rien décider de certain ſur la poſſibilité d'y atteindre.

Première notice ſur la route à tenir.

L'une des conjectures que formèrent alors nos guides ſur la route qu'il faudroit tenir, étoit, qu'en revenant aux *Granges-des-Communes*, on devroit gagner le haut de la bande de rochers où nous étions, par une gorge que nous avions remarquée ſur la gauche ; & que ſe trouvant d'abord par cette route, ſur la partie de la Montagne des *Communes* qui ſe lie de ce côté là avec l'autre Montagne, on parviendroit aiſément au pied des rochers couronnés de glace. Mais ces rochers étoient-ils acceſſibles? C'eſt ce qu'ils n'avoient pû décider.

Autre route.

Nos guides avoient auſſi propoſé une route toute différente. Il falloit, en prenant un autre chemin dès l'Abbaye, aller paſſer au bas du précipice qui ſépare les deux Montagnes, dans ce beau pâturage dont j'ai parlé, qu'on nomme *les Fonds*; & tourner la Montagne du *Glacier*, qu'ils croyoient plus acceſſible par derrière.

***Glaciers* des *Alpes*.**

On ſait que les *Glaciers* des *Alpes*, ſont de vaſtes étenduës de glace permanente. Ces amas ſont bien plus durable que les rochers qui les environnent : car ceux-ci ſe détruiſent ſans ceſſe ; au lieu que les *Glaciers*, dans leurs alternatives de décroiſſemens & d'accroiſſemens, gagnent à la longue en épaiſſeur & en étenduë. J'en parlerai dans la ſuite (939.)

Nos

Nos guides avoient nommé *Glacier du Care*, celui où nous nous proposions de monter. Mais ce qu'ils nous avoient dit de plus sûr ; c'est que nous ne réussirions pas à y parvenir, sans prendre pour guide quelqu'un de ces Chasseurs au Chamois, qui passent leur vie sur les rochers. Voilà tout ce que nous avions pû recueillir alors pour nous diriger dans une nouvelle tentative.

Nécessité d'avoir pour guides des Chasseurs au Chamois.

894. Nous partîmes de Genève le 24 Aoust 1770 de grand matin, conduits par le désir bien plus que par l'espérance. Un de nos amis, qui sur la description que nous lui avions faite des Montagnes de *Sixt*, se faisoit un grand plaisir de nous y accompagner, fut de la partie. Nous arrivâmes chez nos officieux Chanoines à l'entrée de la nuit. Ils nous reçurent avec cette augmentation d'empressement, qui résulte d'une prémière connoissance. Le sujet de notre voyage fût bientôt celui de la conversation ; & nous apprîmes avec chagrin, que dans cette saison, qui est celle de toutes leurs récoltes, les habitans sont dispersés çà & là dans les Montagnes ; ensorte qu'il étoit peu probable qu'on trouvât quelqu'un de ces Chasseurs dont nous avions besoin. On n'en trouva point en effet ; & il fallut nous contenter de l'un de nos anciens guides, & de l'espérance de rencontrer quelque chasseur sur notre chemin.

Départ pour un second voyage.

Notre guide ne connoissoit point la route qui passe par *les Fonds*, & il craignoit de nous y égarer. Il fallut donc encore nous résoudre à tenter l'avanture par l'autre route qu'il avoit imaginée depuis le *Grenier-des-Communes*. C'est ainsi qu'on nomme la bande de rochers sur laquelle nous étions montés la prémière fois. Cette bande est surmontée elle-même par une plus petite, qui est entrecoupée, & dont la partie la plus élevée, se nomme le *Grenairon*, ou petit *Grenier*. C'étoit à la droite du *Grenairon* que nous étions montés la prémière fois ; & nous comptions celle-ci de passer par la gauche.

La route par la Montagne des *Communes*, choisie.

Grenier-des-Communes.

Grenairon.

895. Nous partîmes de *Sixt* avec notre guide le 25e. Aoust à 4 heures du matin ; & nous arrivâmes à 6 h. ½ à la grange de l'Abbaye dans le pâturage des *Communes*. Cette

Arrivée aux Granges des *Communes*.

 grange,

grange, écartée des autres, étoit ſur la route que nous devions prendre pour gagner la gauche du *Grenairon.* Nous y trouvâmes un domeſtique des Chanoines, jeune homme vigoureux, apprentif chaſſeur, qui nous promit de nous conduire ſur le *Glacier.* Il fallut attendre qu'il eût fait ſon fromage du jour, auquel il étoit occupé; ce qui nous fit perdre un peu de tems. Dès qu'il fut fait, il prit ſon fuſil, & nous nous mîmes en route. Ce fuſil, qui étoit d'une eſpèce particulière, commune à tous les chaſſeurs au chamois dans ces Montagnes, mérite que j'en diſe un mot en paſſant, pour ceux qui ne le connoiſſent pas.

Fuſil des Chaſſeurs au Chamois, différent des *fuſils* ordinaires.

896. Ce qui diſtingue cette eſpèce de *fuſil*, c'eſt qu'il a deux platines de ſuite, avec un ſeul canon, qu'on charge de deux coups l'un ſur l'autre. Le canon eſt *rayé*, & la balle eſt *forcée*: de ſorte que la prémière balle, chaſſée nuë dans le canon ſur une charge de poudre, ſert de *culaſſe* pour la ſeconde charge. Le prémier coup chargé, ne peut partir qu'après le ſecond; ou du moins qu'après que le *chien* de la platine la plus éloignée de la croſſe, & qui ſert au ſecond coup chargé, eſt abattu : ce qui pare aux accidens. Cependant ſi la prémière platine a fait *faux-feu*; les chaſſeurs hardis, lâchent les deux coups à la fois par la ſeconde platine, c'eſt-à-dire, par celle qui eſt le plus près de la croſſe. Les canons ſont forts, & ſupportent l'effort de la prémière poudre contre les deux balles: la poudre intermédiaire ne s'enflamme pas.

Raiſon de cette différence.

En réfléchiſſant ſur cette conſtruction, nous comprîmes qu'elle eſt la ſeule bonne pour tirer à balle avec un *fuſil* à deux coups. Car dans un *fuſil* à deux canons, s'ils avoient chacun leur *mire* ou *guidon*, on pourroit très-aiſément faire équivoque dans la précipitation où l'on eſt ſujet à la chaſſe: ou s'ils ont un *guidon* commun dans le milieu, ſuivant la méthode ordinaire; on ne peut pas compter qu'il ſerve également à toute diſtance, à cauſe du défaut de paralléliſme dans les deux canons; défaut qui eſt preſque inévitable. Ces fuſils ne peuvent donc ſervir que pour tirer avec de la *dragée*, ou avec pluſieurs petites balles. Mais pour une ſeule balle, il faut que les deux coups partent du même canon.

Un bon *fuſil* eſt pour ces chaſſeurs une choſe capitale.

Car ils courent souvent plusieurs jours avant d'avoir un Chamois à la portée de leur arme. Il faut donc qu'ils soyent à peu près sûrs de leur coup lorsqu'ils peuvent le lâcher; & ils le sont en effet.

Ces chasseurs n'ont presque jamais égard au vent, qui influë tant dans la Plaine; & ils assûrent qu'ils ne remarquent pas de différence sensible de justesse, par un vent médiocre ou par le calme. En comparant ce qu'ils nous soutenoient à cet égard, & en général tout ce que nous apprîmes de l'étonnante sûreté de leur coup, avec ce que peuvent les meilleurs tireurs dans la plaine; nous ne doutâmes pas que la différence ne provînt de celle de la densité de l'air.

Effet du peu de résistance de l'air au sommet des Montagnes, sur la justesse avec laquelle on y tire au fusil.

897. Notre nouveau guide n'étoit pas de ces experts chasseurs, sur-tout pour la connoissance de la Montagne, qui nous étoit si nécessaire. Cependant il fallut s'abandonner à sa conduite. Nous montâmes d'abord en nous dirigeant vers la gauche du *Grenairon*. Mais peu-à-peu il nous fit tourner à la droite, en traversant des ravins extrêmement rapides, dont la plûpart étoient encore comblés d'une neige dure, sur laquelle nos guides étoient fermes à cause de leurs souliers garnis de clous: tandis que nous avions peine à nous y soutenir avec des crampons qu'on nous avoit prêtés au couvent. Il est vrai que ces crampons ne s'attachant au soulier qu'avec une ficelle, nous gênoient le pied s'ils étoient assez serrés pour être solides, ou ne l'étoient plus si nous les relâchions. C'est ce que j'éprouvai: car ayant voulu me mettre un moment le pied à l'aise, un de mes crampons tourna, je tombai, & je glissai jusqu'au bas de la neige, avec une vîtesse accélérée qui me froissa un peu sur le terrein où je fus arrêté. J'en fus quitte pour quelques légères contusions, & mon Baromètre, qui m'avoit suivi dans cette glissade, n'eut aucun mal. Cet accident, arrivé dans un endroit où il n'y avoit pas de risque, fut un événement heureux; il nous apprit à nous tenir sur nos gardes.

Obstacles dans la route, à cause de la neige durcie dans des pentes rapides.

898. Après bien de la fatigue dans la traversée de ces ravins, nous arrivâmes tout près du *Grenier des Communes* & vers son milieu, qui ne nous présentoit qu'une surface à pic, de

Et de la hauteur des Rochers à traverser.

de plus de quinze cents pieds d'élévation. Nous nous y trouvâmes presque inopinément ; car on lève peu la tête en marchant dans de tels chemins. Nous arrêtâmes alors notre guide, pour savoir de lui où il prétendoit nous mener. Par ces rochers, nous dit-il, & il fallut bien le suivre, quoique nous n'y vissions aucun chemin.

Lorsque nous fûmes au pied des rochers, notre prémier pas pour y monter, fut une grande enjambée, de la neige que nous quittions, sur une pointe saillante. De cette pointe, en nous aidant des mains, nous montâmes sur une autre ; & de pointe en pointe nous nous élevâmes peu à peu par les sinuosités & les crevasses de ce mur immense. Nous nous trouvâmes alors très-embarassés d'un chien qui nous avoit suivi depuis la Grange ; car souvent par pitié pour ses efforts & ses cris, nous étions obligés de nous le tendre les uns aux autres.

Effet de la hauteur sur ceux qui n'y sont pas accoutumés.

Les pas étoient tous assurés, & cela nous suffisoit. Mais notre compagnon de voyage, qui jusqu'alors avoit pris autant de plaisir que nous dans ces routes singulières, & qui nous avoit très-bien tenu pied, commença à se sentir la tête étonnée à la vuë du précipice qui se formoit au-dessous de nous. Dès que nous l'apperçûmes à son maintien, quelque peine que nous eussions à nous séparer de lui, nous nous hatâmes de lui conseiller la retraite. Il n'y avoit aucun danger pour ceux qui n'apperçoivent l'augmentation de la hauteur, que par une sorte de sensation agréable qu'elle procure quand on ne la craint pas, & par le plaisir de découvrir continuellement de nouveaux objets. Mais dans ces lieux là, dès que la hauteur étonne, il n'y a plus de sûreté. Notre ami le sentit ; nous lui laissâmes un de nos guides pour le remettre sur le chemin des *Communes* ; & il nous quitta, fort inquiet de ce que nous allions devenir ; tandis que nous suivions gaiment notre route.

Course rapide d'un Chamois.

899. Nous nous élevâmes donc peu à peu jusqu'au dessus de ce vaste rocher ; & là nous nous assîmes pour reprendre haleine, en attendant le retour de notre Montagnard. Pendant ce tems là, nous eûmes le plaisir de voir courir un chamois le long d'une pente très-rapide, couverte de neige,

que

que nous avions à traverser. Combien ne nous fit-il pas envie par la légéreté de sa course ! Mais cet animal n'a sur l'homme que l'avantage de la vîtesse ; car le chasseur qui étoit resté avec nous nous assura, que partout où le Chamois passe, l'homme exercé le suit ; excepté dans des cas rares, où un élan est le seul moyen de n'être pas arrêté.

Les chasseurs au Chamois portent toûjours des lunettes d'approche. Dès qu'ils ont atteint quelque éminence d'où ils peuvent découvrir les pâturages les plus élevés ; ils les parcourent attentivement avec leur lunette ; & s'ils y apperçoivent des Chamois, ils cherchent à gagner par quelque détour, les rochers qui dominent ordinairement ces pâturages. Le Chamois qui a la tête baissée pendant qu'il pâture, ne les apperçoit pas au-dessus de lui ; ils le surprennent, & le manquent rarement. Le bruit cependant l'avertit quelquefois à tems, & il fuit avec une prodigieuse vîtesse. Mais le chasseur ne se rebute pas ; il remarque la route qu'il prend, & le suit en cherchant de l'acculer dans certains lieux qu'il connoit, & qu'on nomme des *contraintes de Chamois* ; où le pauvre animal n'a presque d'autre parti à prendre que de se précipiter, ou d'attendre le chasseur. Quelquefois cependant il en prend un troisième, qui est de s'élancer du côté du chasseur, qui se trouve alors en risque d'être précipité lui-même, s'il ne peut se tirer à l'écart, ou se cramponner au rocher. Mais si le Chamois reste un moment à la vuë du chasseur après qu'il l'a passé, sa hardiesse ne le sauve pas.

900. Le guide qui avoit accompagné notre ami étant de retour, nous nous remîmes en marche ; non sans quelque inquiétude sur le succès de notre tentative : car insensiblement notre chasseur nous menoit, quoique par un autre route, au même endroit où nous avions été arrêtés cinq ans auparavant. Nous le lui fîmes remarquer ; il nous assura toûjours que c'étoit la meilleure route, & il fallut bien le suivre.

Doute sur la route prise pour atteindre le *Glacier*.

Nous arrivâmes comme la prémière fois sur le midi au haut des Rochers, & au même endroit. Notre incertitude d'at-

Fortifié par la quantité de neige trouvée au

haut de la Montagne des *Communes*.

d'atteindre le *Glacier* augmenta beaucoup, à la vuë de la quantité de neige qui couvroit toute la partie de la Montagne qu'il falloit traverser pour s'y rendre. De sorte qu'avant de songer à le tenter, nous nous déterminâmes à essayer d'aller faire l'expérience de l'eau bouillante à la cime du *Grenairon*, au pied duquel nous nous trouvions alors. Nos guides n'y avoient jamais été, & ils doutoient qu'il fût accessible.

Répétition de l'observation du Baromètre sur le *Grenier-des-Communes*.

901. Avant d'entreprendre d'y monter, nous fîmes l'observation du Baromètre au même endroit que la prémière fois; & le résulta de cette observation, ne différa que de 20 *pieds* de celui de la prémière. La hauteur concluë de l'observation de 1765 avoit été de 6738 *pieds* au-dessus du niveau du Lac; & nous la trouvâmes alors de 6718 *pieds*. Cette différence de 20 *pieds* ne faisoit qu'$\frac{1}{5}$ de *ligne* sur la hauteur du Baromètre: car à cette hauteur & dans ce moment, 1 *ligne* de *mercure* étoit équivalante à une colonne d'*air* de 100 *pieds*.

D'accord avec la prémière.

Cornes d'*Ammon* trouvée à 7844 *pieds* de hauteur au-dessus du Niveau de la Mer.

Ces 6718 *pieds*, joints à 1126 dont le Lac est élevé au-dessus de la Mer, font 7844 *pieds* de hauteur verticale au-dessus de ce dernier niveau. Et cependant, à cette hauteur, nous trouvâmes quelques impressions très-distinctes de ce coquillage si connu parmi les fossiles, qu'on nomme *corne d'Ammon*. Nous en avions déjà trouvé la prémière fois au même lieu, & nos guides nous dirent en les leur faisant remarquer, qu'ils en avoient bien vû de plus *jolis* dans la Montagne. Ces morceaux sont intéressans pour la cosmologie, nous les avons dans notre Cabinet.

Difficulté de monter sur le *Grenairon*.

902. Notre observation faite, nous commençâmes à grimper sur le *Grenairon*. Ce rocher est coupé en divers endroits par de larges crevasses dont quelques-unes étoient encore remplies de neige. En d'autres endroits il présente des surfaces à pic, où quelques aspérités nous servoient d'échellons: partout il est de difficile accès, & nos guides renoncèrent un moment à nous suivre. Loin de nous décourager à ce refus, nous nous efforçâmes à franchir un passage difficile: leur amour propre les pressa de nous imiter; ils nous suivirent, & nous parvînmes au sommet.

Par

Par l'obſervation du Baromètre, où le mercure ſe tint à 20 *pouces* 5 *l.* $\frac{1}{4}$, nous connûmes que nous étions à 505 *pieds* d'élévation au-deſſus de la ſtation précédente ; ce qui fait 7223 *pieds* au-deſſus du niveau du Lac. Nous nous trouvions alors au-deſſus de preſque tous les Pics voiſins ; ce qui nous procuroit un ſpectacle toûjours plus magnifique. Mais ces lieux ſembloient nous être fatals ; & un accident plus fâcheux que la perte de mon Thermomètre, que j'y avoit faite cinq ans auparavant, vînt troubler notre jouïſſance.

Obſervation du Baromètre ſur cette ſommité.

903. Nous avions eu bien de la peine à allumer des charbons ſur ce rocher, pour y faire bouillir de l'eau : les moyens uſités dans la Plaine avoient été inſuffiſans ; & nous n'en ſerions peut être pas venus à bout ſans nos guides. Nous avions porté avec nous de la paille & du menu bois, qui s'enflammèrent aiſément. Mais cette flamme n'avoit que peu de denſité, & elle ſe diſſipoit dans l'air : le feu même du bois s'éteignoit, avant que les charbons fuſſent allumés. C'étoit l'effet naturel de la raréfaction de l'air, auquel nous n'avions pas penſé. Il auroit fallu une beaucoup plus grande quantité de ces matières inflammables, pour rougir les charbons.

Effet de la raréfaction de l'air ſur l'action du feu.

Ayant conſumé ſans ſuccès tout notre menu bois, dont nous n'avions pû porter une quantité bien grande, l'un de nos guides, qui vit notre embarras, entreprit de faire du feu à ſa manière. Il prit un des charbons les plus poreux, & l'ayant creuſé avec ſon couteau, il y logea un gros morceau d'amadou allumé. Il ſouffla alors très-fort dans cette cavité, & le charbon s'alluma : il y joignit de petits morceaux de charbon, qui s'allumèrent auſſi ; & en y ajoutant ſucceſſivement de plus gros charbons, il fit enfin aſſez de feu pour notre beſoin.

Moyen d'allumer du feu ſur les hautes Montagnes.

904. Mais ce feu ne s'entretenoit qu'à force de le ſouffler : dès qu'on ceſſoit, il ſe couvroit de cendres. J'étois couché ſur le rocher auprès du réchaud, où j'entretenois le feu en le ſoufflant ; lorſque notre chaſſeur, las de ſa courſe, après s'être émerveillé un moment de ce que nous grimpions les rochers pour y faire bouillir de l'eau, ce qui lui paroiſſoit bien ridicule, ſe jetta lourdement à terre, & s'aſſit ſur un de mes pieds, qui malheureuſement portoit à faux ſur

Accident qui empêche encore d'arriver au *Glacier*.

des rocailles. Au cris que je fis, il se releva; mais le mal étoit fait, il m'avoit foulé le pied.

La prémière douleur s'étant appaisée, je crus que ce ne seroit rien, & je finis mon observation. Mais quand je voulus me lever, il me fut impossible de me soutenir: cette tentative même ayant reveillé la douleur, que l'attention que je portois à mon observation avoit sans doute assoupie, je fus forcé de m'asseoir: malgré cela la douleur alla si fort en augmentant que je fus tout près de la défaillance.

Il fallut bien alors renoncer au *Glacier*; mais c'étoit le moindre mal, il falloit redescendre. Je demeurai plusieurs heures sans pouvoir seulement en supporter l'idée. Cependant la nécessité surmonta enfin la douleur. Le lieu où nous étions n'étoit pas tenable pendant la nuit: le mauvais tems pouvoit nous y surprendre. Le vent, le froid, la pluie, les nuées pouvoient nous exposer à toute sorte de périls. Il falloit au moins quitter cette région sujette aux orages.

Je me trainai donc comme je pus, à l'aide de mon frère & d'un seul de nos guides: car celui-là même qui étoit la cause de ma douleur & de notre embarras, nous quitta inhumainement, pour aller à ses fonctions du soir, rassembler & traire ses vaches. Peut-être aussi que ce ne fut chez lui que l'effet d'un mauvais raisonnement, qui surmontoit sa pitié. Les hommes sont pour l'ordinaire bien plus mauvais raisonneurs que méchans. Le nôtre craignoit son maître, & n'imaginoit rien au-dessus du seul devoir qu'il étoit accoutumé de remplir.

Malgré la totale privation du secours de mon pied, que je ne pouvois appuyer sur le terrein sans les douleurs les plus aigues; tantôt à l'aide de deux bâtons, ou des bras de mes compagnons d'infortune; quelquefois porté sur les épaules de notre guide; le plus souvent me glissant sur le dos; je descendis plus de 1500 *pieds* de hauteur verticale avant la nuit.

Mauvaise nuit. Elle nous surprit près d'un des endroits les plus scabreux de notre route. On tint conseil, & l'on résolut de passer la nuit sur le lieu même; quoiqu'il n'offrît aucun abri, & qu'il fût environné de neige de toute part. Il y avoit longtems que

que ſans oſer le dire, je déſirois qu'on s'arrêtât; malgré le danger de chercher le repos ſi près des nuées. Tous mes membres étoient arraſſés du poids de mon corps, qu'ils ſupportoient tour à tour; & je ſouffrois toûjours cruellement. Dès que l'alte fut décidée, je m'étendis ſur le rocher, & je ne changeai pas de poſition de toute la nuit. Mes compagnons avant de ſe coucher auprès de moi, firent de quelques débris de rocher un rempart autour de notre gîte, de peur qu'en ſommeillant, nous ne vinſſions à changer de place, ce qui eût été dangereux.

La nuit fut heureuſement très-belle, mais froide, & nous étions en habits légers. La fatigue nous procura d'abord quelques heures de ſommeil; mais le froid nous réveilla enſuite: nous étions tranſis, & nous ne pouvions marcher pour nous réchauffer. Combien ne déſirâmes nous pas des manteaux que nous avions laiſſés au *Granges*, comptant y paſſer la nuit! Notre ſeule reſſource fut une ſerviette qui enveloppoit nos proviſions. Nous réunîmes nos jambes, qui ſouffroient le plus du froid; nous les couvrîmes de cette ſerviette, & ce fut pour nous un ſoulagement.

905. Jamais le jour ne ſe fit tant attendre; cette nuit nous paroiſſoit ſans fin. Dès que l'Aurore parut nous nous mîmes en marche. Le Thermomètre étoit alors bien près de la congélation: nous étions engourdis, comme le ſont au printems les marmotes dans le ſejour deſquelles nous venions de paſſer la nuit. Il nous fallut quelque tems avant de recouvrer l'uſage libre de nos membres. Retour.

Heureuſement le repos avoit beaucoup diminué ma douleur. Mon pied étoit fort enflé, mais je pouvois m'y ſoutenir; & je deſcendis ſans autre ſécours que celui de deux bâtons, juſques aux *Granges-des-Communes*, où nous nous repoſâmes quelques heures.

906. Le courage m'étant revenu, nous fîmes en ce lieu l'obſervation de la chaleur de l'*eau bouillante*. Nous répétâmes auſſi celle du Baromètre, à la même place qu'à notre prémier voyage. Le réſultat de cette obſervation ne différa que de 7 *pieds* de celui de la prémière. En 1765 nous avions trouvé la hauteur de ce lieu de 3876 *pieds* au-deſſus du

Obſervation du Baromètre & de la *chaleur de l'eau bouillante*, aux *Granges-des-Communes*.

 niveau

niveau du Lac; & elle se trouva par notre dernière observation de 3869 *pieds*.

Préjugés des Montagnards sur le but des étrangers qu'ils voyent dans leurs Montagnes.

907. Après ces observations nous prîmes le chemin de l'Abbaye, où nous arrivâmes sur le midi. Ce jour là étoit jour de fête, & il s'étoit rassemblé à *Sixt* des gens de toutes les Montagnes voisines, pour y entendre la Messe. La vuë d'étrangers venant de la Montagne & portant des instrumens, attira leur attention. Ces gens là imaginent toûjours qu'on vient dans leurs Montagnes pour y chercher des mines; & lorsqu'on entreprend sérieusement de leur rendre compte d'observations telles qu'étoient les nôtres à leurs yeux, ils ricanent, comme pour montrer qu'ils ne sont pas dupes.

Les hommes de tout pays se ressemblent assez dans les mêmes circonstances. MM. les Académiciens de Paris éprouvèrent la même incrédulité, lorsqu'ils voulûrent persuader les Péruviens, qu'ils venoient de si loin, affronter tant de périls, pour savoir à quelle étenduë de terrein correspondoit sur leurs Montagnes, un certain changement dans la position des étoiles.

Quelques-uns des Montagnards de *Sixt* cherchèrent à nous tirer à l'écart, pour nous enseigner, disoient-ils, des lieux où ils avoient remarqué les traces de quelques minéraux... Enseignez nous un chemin pour aller sur le *Glacier*, leur disions-nous avec impatience; voilà tout ce que nous cherchons.

Nouvelles instructions sur la route.

A force de le répéter, nous trouvâmes des gens qui nous comprîrent. On nous apprit que cette sommité, que nous avions cherchée deux fois inutilement, étoit le *Glacier de Buet*, & qu'on pouvoit nous y conduire; on nous nomma même des chasseurs qui devoient y avoir été.

Cependant nous n'y pensions plus guère alors; car depuis le nouvel accident qui nous avoit arrêté, nous nous étions dit plus d'une fois, qu'il falloit renoncer à cette entreprise. D'ailleurs la Saison s'avançoit, & il y avoit apparence qu'avant que mon pied fût assez bien rétabli pour entreprendre une telle course, la neige viendroit nous barrer les chemins.

Il

Il plut dès que nous fûmes de retour à Genève; & en effet cete pluïe fut de la neige sur les Montagnes de *Sixt*. Nous les vîmes toutes blanches lorsque les nuages s'ouvrîrent de ce côté-là. Mais le beau tems & la chaleur revinrent à la fois, & avec eux notre desir de retourner à ces Montagnes.

908. En attendant que la neige y fût assez fonduë pour s'y hazarder, j'allai sur la Montagne de *Salève*, dont j'ai parlé plusieurs fois à l'occasion de mes observations du Baromètre. J'y fis trois observations de la chaleur de l'*eau bouillante*, à diverses hauteurs : l'une à *Monetier*, élevé d'environ 1040 *pieds* au-dessus du niveau du Lac; l'autre à la *Grange des arbres*, élevée de 2453 *pieds*; & la troisième près de *Grange-Tournier*, dans un lieu élevé d'environ 2800 *pieds* au-dessus du même niveau. Observations de la *chaleur de l'eau bouillante* sur la Montagne de *Salève*.

La neige diminuant chaque jour sur les Montagnes de *Sixt*, & le Baromètre se soutenant très-haut, nous ne pûmes, malgré le souvenir de nos précédentes catastrophes, résister à l'espérance d'être plus heureux & au desir de l'éprouver.

Nous partîmes donc pour la troisième fois le 20me. Septembre, par le plus beau tems. Nous n'allâmes ce premier jour que jusqu'à *Taninge*; voulant nous trouver le lendemain de bonne heure à *Sixt*, afin d'avoir le tems d'y chercher des guides tels qu'il nous les falloit. Troisième départ pour la Montagne de Sixt.

En arrivant à *Sixt*, nous observâmes le Baromètre, & nous jugeâmes qu'il avoit baissé. Cependant nous songeâmes aux préparatifs de notre course. Nous fûmes sécondés de toute manière par les officieux Chanoines. L'un d'eux eut la complaisance de nous accompagner dans un hameau voisin, où nous trouvâmes enfin un de ces chasseurs tant desirés. Celui-ci connoissoit parfaitement la route que nous devions prendre; il avoit même été depuis peu de jours jusqu'au pied du *Glacier de Buet*, à la poursuite d'un Chamois qu'il avoit blessé. On convînt que nous nous rendrions dès le soir même aux *Granges* des *Fonds*; c'est-à-dire au bas de ce terrible précipice que nous avions vû du haut des rochers des *Communes*.

909. Nous partîmes de l'Abbaye à 2 heures après midi, Départ de

char-



Sixt pour les *Fonds*.

chargés comme de coutume des bienfaits de Messieurs les Chanoines, qui pourvoyoient toûjours à nos besoins. Pendant deux heures & demie nous montâmes sans-cesse par des chemins qui nous préparoient peu-à-peu à l'aspect le plus sauvage qu'on puisse se peindre sans y mêler de l'horreur. Nous ne pouvions nous rassasier de contempler les divers aspects qui se présentoient sur notre route. Le sentier que nous suivions étoit à mi-côte, dans une vallée étroite, ombragée de part & d'autres par des forêts de hêtres & de sapins. Ces masses obscures, entrecoupées de rochers & de pâturages éclairés par le soleil, formoient les plus agréables contrastes que puisse offrir la Nature. De toute part des napes d'eau tomboient du haut des Montagnes, & formoient au fond de la vallée un torrent, quelquefois découvert, mais le plus souvent caché par l'entrelassement des branches d'arbres qui s'avançoient de part & d'autre, ou par les rochers sous lesquels il se précipitoit. Et ces points de vuë pittoresques, changeoient continuellement par les contours de la vallée que nous suivions.

Arrivée aux *Fonds*.

910. Le sol des *Fonds*, qui s'étend presque horizontalement vers les rochers qui l'environnent, s'abaisse brusquement du côté de la vallée par laquelle on y arrive; & cette pente rapide sur laquelle on monte, forme un rideau qui cache entiérement ce lieu. On n'a plus que quatre pas à faire, & l'on ne découvre rien encore: ces quatre pas faits, l'amphithéatre le plus superbe s'offre tout-à-coup à la vuë, & tout le pâturage qu'il entoure se voit à découvert.

L'air étoit pur lorsque nous y arrivâmes; il étoit 4 heures $\frac{1}{2}$, & le soleil éclairoit encore une partie de cette solitude. Je ne saurois exprimer les sensations que nous éprouvâmes à cet aspect : nous ne pouvions cesser d'admirer & de nous le dire mutuellement.

Observation du *Baromètre* & de la *chaleur de l'eau bouillante*.

911. Pendant qu'il étoit encore grand jour, nous fîmes les observations du Baromètre & de la chaleur de *l'eau bouillante*. La prémière nous a appris, que nous étions alors élevés de 1866 *pieds* au-dessus de l'Abbaye, & de 2988 *pieds* au-dessus du niveau du *Lac*.

Nous étions donc plus bas de 4235 *pieds*, que le sommet du *Grenairon*, qui nous dominoit à l'un des côtés de l'am-

l'amphithéatre : le côté opposé étoit couronné par le *Glacier de Buet*, plus élevé encore de 1000 *pieds* : & l'œil embrassoit toute cette étenduë. On n'appercevoit d'issuë à cette vaste enceinte, qu'au travers des forêts par lesquelles nous y étions arrivés.

912. Nous employâmes le reste du jour à parcourir cette belle solitude, & à interroger notre guide, sur tant d'objets extraordinaires qui s'offroient à nous de toute part. L'histoire surtout des gens qui habitent ces Montagnes, nous intéressa extrêmement. C'est un recoin de la vie humaine, bien peu connu, quoique bien digne d'occuper le Philosophe. On apprend dans ces lieux à quoi se réduisent les vrais besoins de l'homme ; ce qu'il peut par la force de l'habitude ; mais surtout on y apprend, dans quel doux calme est son ame lorsqu'il reste entre les mains de la Nature, loin des spéculations des Philosophes, & du labyrinthe de la société. Genre de vie des habitans de ces Montagnes.

Ces gens là ont des peines, parce qu'ils sont hommes ; nous en fûmes même témoins : mais ils ne les anticipent point par des sollicitudes ; ils ne les aggravent point par la réflexion. Ils peuvent espérer ; parce qu'ils attendent tout de l'Auteur de la Nature : & la résignation, cet effort de la philosophie stoïque, est chez eux l'effet naturel de ce que les maux qu'ils éprouvent, leur sont dispensés par la même main qui leur fait du bien.

Je n'entrerai pas dans les détails de la vie de ces Montagnards ; voulant me borner au rôle de naturaliste. Je me contenterai donc de donner un exemple du parti qu'ils tirent de tout.

913. Quoique les rochers qui nous entouroient, parussent d'abord absolument escarpés ; en les observant avec attention, on y découvroit d'assez larges saillies ; & la Nature qui n'oublie rien, les a recouvertes de verdure. Nos Montagnards ont trouvé des routes pour y parvenir. Dès que la neige est fonduë, ils y conduisent, avec leurs vieux moutons, les agneaux qui sont nés pendant l'hiver dans leurs cabanes. Chaque Paroissien a sa marque pour reconnoître ceux qui lui appartiennent, & ils les laissent en commun. Pâturage destiné aux moutons.

C'est là tout le soin qu'ils en prennent : ils les oublient pendant l'Eté, & les moutons oublient leurs maîtres tant que ce pâturage est découvert. Il a bien plus de saveur que celui du bas des Montagnes ; ils le connoissent & ne l'abandonnent point, jusqu'à-ce que la neige le leur dérobe. Alors de concert, ils quittent les rochers, & reviennent souvent seuls dans les hameaux. Les agneaux, s'il en est resté de ceux qui sont nés parmi ces précipices, suivent encore les brebis, & viennent augmenter la richesse de leurs maîtres.

Ils comptent peu cependant sur les agneaux qui naissent sur les rochers; non qu'ils ayent rien à craindre des Ours ni des Loups, quoiqu'assez communs dans ces Montagnes : les précipes dont ils sont environnés les en mettent à l'abri. Mais ces précipices n'arrêtent pas l'Aigle, qui est un ennemi bien redoutable pour ces pauvres animaux.

Il y en a de très grands dans ces rochers. Nous en vîmes planer quelques-uns les jours suivans, qui guêtoient des marmottes. Notre guide nous assura d'avoir trouvé dans la Montagne une plume d'aigle noir, qui avoit 2 pieds ½ de long. Nous en trouvâmes une qui avoit un pied & demi.

Cabanes des Fonds.

914. La fraicheur du soir nous ayant forcés à la retraite, nous prîmes possession d'une cabane, que les propriétaires n'étoient pas venus occuper. Quel gîte pour des gens de Ville ! Une cage faite de troncs de sapins presque bruts, couchés les uns sur les autres, assemblés dans les angles par des coches opposées, & couverts d'éclats du même bois. Les côtés de cette cage, dans les faces où se terminoit la pente du toit, avoient environ cinq pieds de haut ; ensorte qu'on ne pouvoit s'y tenir de bout. Le jour n'entre dans ces huttes, que par les intervalles des troncs de sapins, & l'on y voit fort clair. C'est par ces ouvertures, ou par celles du toit, que s'échappe la fumée, lorsqu'on y fait du feu.

On ne ferme pas ces cabanes à clef, quoiqu'elles restent toûjours meublées. Nous trouvâmes dans la nôtre, les siéges, la table & le lit des maîtres. Nous y fîmes du feu, nous soupâmes, & nous préparâmes ce lit. C'étoit des planches

ches faites à la hache, posées près du toit, & couvertes d'herbes séches. Il faut apprendre à s'y enfiler, & n'être pas somnambules.

915. Avant de nous étendre sur ces grabats, où nous n'espérions pas de prendre le même repos què ceux qui l'occupoient pour l'ordinaire, nous consultâmes le Baromètre. Il avoit baissé depuis notre arrivée ; ensorte que, quoique le ciel fût encore serein, nous ne nous couchâmes pas sans inquiétude. Le Baromètre annonce la pluye.

Nous aurions cependant dormi, sans un inconvénient auquel nous ne nous attendions guère dans un pays aussi froid. Nous fûmes tourmentés par les puces : tandis que notre Montagnard, qu'elles n'épargnoient probablement pas plus que nous, dormoit d'un profond sommeil.

916. Nous nous étions cependant assoupis sur le minuit, lorsque nous fûmes réveillés par le bruit que faisoit la pluye sur les éclats de sapin qui nous couvroient. Bientôt après le tonnerre vint retentir dans les rochers du voisinage ; le vent souffla très-fort, & la pluye augmenta les cascades & les torrens dont nous étions environnés. Nous entendîmes en même tems les cris perçans de plusieurs femmes qui appelloient des vaches écartées ; & les rochers répétoient ces cris. Il se formoit de tout cela un bruit confus & lugubre, qui n'aidoit pas à nous consoler des suites qu'il auroit pour nous. Nuit orageuse.

Nous ne pûmes tenir sur notre grabat ; nous nous levâmes ; nous consultâmes notre Baromètre ; il étoit plus bas encore : nous rallumâmes notre feu, & nous nous mîmes auprès en attendant le jour. Lorsqu'il commença à paroître, la pluye avoit cessé. Nous sortîmes pour observer ce qui se passoit au dehors. Le Ciel n'étoit pas entiérement couvert ; mais un vent du sud assez fort, charioit de gros nuages sur nos têtes ; tandis que d'autres, remontant la vallée par laquelle nous avions passé, venoient de tems en tems remplir notre bassin. Quelquefois ils n'occupoient que la partie opposée au lieu où nous étions. Nous les voyions alors rouler tout près de nous, & nous pouvions observer tous leurs mouvemens. Quelques-uns se dissipoient à l'approche Marche des Nuages dans le défilé qui conduit aux *Fonds*.

 des

rochers qui bornoient notre vuë. D'autres venant à la file, s'élevoient verticalement le long de ces rochers, & alloient joindre les nuages qui passoient au-dessus de nous. Ces rochers sans-doute, qui avoient conservé une partie de la chaleur qu'ils avoient reçuë du soleil pendant le jour, dilatoient l'air des environs & les nuages eux-mêmes; ce qui occasionnoit un courant d'air de bas en haut, comme dans nos cheminées.

Séjour aux *Fonds* à cause de la pluye.

917. Nous fûmes quelque tems incertains sur le parti que nous devions prendre. Il étoit bien décidé que nous ne pouvions pas monter au *Glacier*. Outre qu'il n'auroit pas été prudent de nous écarter si fort de toute retraite avec un tems aussi incertain, & de risquer même de nous égarer dans ces chemins scabreux, où nous pouvions être enveloppés par les nuages; nous avions à traverser une grande côte, couverte de *mirtille*, d'*uva ursi* & d'autres plantes assez hautes, qui, encore chargées de pluye, nous auroient mouillés jusqu'aux os. D'un autre côté en redescendant à l'Abbaye, nous perdions la possibilité de profiter du lendemain, si le tems se remettoit au beau; à moins de revenir aux *Fonds* le soir même: car il falloit absolument avoir cette avance pour monter au *Glacier*, & en redescendre dans un même jour. Cette considération nous retint. Il plut de tems en tems dans la matinée; & sur le midi le tems paroissant se mettre au beau, nous en profitâmes pour aller faire l'observation de la chaleur de l'*eau bouillante* sur une des Montagnes qui bordoient la vallée par laquelle nous étions montés. Nous savions qu'au besoin nous trouverions des Granges dans un pâturage de cette Montagne, qui se nomme *Grasse-chèvre*.

Observation du Baromètre & de la chaleur de l'*eau bouillante* au pâturage de *Grasse-chèvre*.

918. Il nous fut en effet très utile de trouver un abri; car il plut très fort dès que nous fûmes arrivés vers ce pâturage. Nous nous retirâmes donc dans une bonne grange qui appartient au Couvent de *Sixt*, & en attendant quelque relâche de la pluïe pour redescendre, nous fîmes nos observations. Celle du Baromètre nous apprit que le lieu où nous étions étoit élevé au-dessus des *Fonds* d'environ 1100 *pieds*.

La pluye nous força de borner notre course à cette hauteur,

teur, parce qu'il n'y avoit plus d'abri à espérer. Ainsi dès qu'elle parut se calmer, nous commençâmes à descendre. Mais elle nous reprit de plus fort à moitié chemin. Nous nous trouvions alors heureusement près d'un sapin, dont le tronc avoit douze pieds de circonférence, & qui nous mit si bien à couvert de la pluye, que nous pûmes y faire commodément les observations correspondantes de la chaleur de *l'eau bouillante* & du Baromètre. Nous n'étions plus qu'à 428 *pieds* de hauteur verticale au-dessus des *Fonds*.

Et dans la route de ce pâturage à celui des Fonds.

919. Il n'est aucun arbre sous lequel on soit aussi sûrement à l'abri de la pluye, que le sapin. Ses feuilles serrées à ses branches extrêment pendantes, conduisent l'eau jusqu'aux extrêmités, sans quelle forme des égouts dans sa route. La nuit précédente; pendant laquelle la pluye avoit été si forte & si soutenuë, un sapin en avoit absolument garanti quelques Montagnards, qui étoient restés dans cette Montagne pour y garder une vache blessée. Ils avoient allumé du feu au pied de cet arbre, & avoient dormi auprès. Le feu s'étoit communiqué au tronc, la résine l'avoit entretenu, & ils ne s'étoient pas donné la peine de l'éteindre. Ce sapin étoit tout près de celui qui nous servoit d'abri; desorte que nous eûmes promptement du feu pour notre expérience; un ruisseau qui couloit auprès nous fournit de l'eau.

Propriété des sapins de bien garantir de la pluye.

La flamme qui environnoit encore ce sapin si mal récompensé de son azile, l'avoit tellement miné, qu'il commençoit à pancher vers le précipice: nous terminâmes son sort en l'y culbutant. Quand ces Montagnards veulent se chauffer, & qu'ils sont près des bois; ils ne font pas façon de brûler un arbre. Le soir même, depuis les *Fonds*, regardant de nuit du côté de la Montagne, nous vîmes tout-à-coup une grande flamme très-vive, qui s'élevoit en piramide. C'étoit un vieux sapin, auquel on avoit mis feu, & dont les mousses pendantes & les branches séches s'étoient tout-à-coup enflammées. Mais sur ces hauteurs, la flamme est bientôt dissipée: il n'y a pas de danger que le feu se communique d'un arbre à l'autre, comme dans les forêts de la plaine.

Prodigalité des habitans de ces Montagnes quand ils font du feu.

Retour à *Sixt*, à cause du mauvais tems.

920. Nous passâmes la nuit aux *Fonds* dans notre hutte, & le lendemain matin, comme il continuoit à pleuvoir, & que le Baromètre ne remontoit point, nous prîmes le parti de redescendre à *Sixt*; comptant bien de continuer notre route vers Genève, & bien chagrins d'avoir manqué pour la troisième fois le *Glacier de Buet*; surtout après nous être convaincus qu'il étoit accessible.

De retour à l'Abbaye nous voulions tout de suite monter à cheval; mais nous fûmes obligés de céder aux instances de Messieurs les Chanoines qui persistèrent à nous retenir ce jour là. Le Ciel devint serein après midi, & nous étions prêts à nous remettre en marche pour la Montagne, lorsqu'il se couvrit de nouveau.

Nouveau départ de *Sixt* pour les Fonds.

921. Tout sembloit arrangé contre nous : le lendemain à la pointe du jour il faisoit le plus beau tems du monde, & nous eûmes le plus vif regret de n'être pas montés le jour précédent. Mais il n'étoit plus tems pour ce jour là, & nous avions tout lieu de craindre que ce beau tems ne fût pas de durée; car le Baromètre ne montoit point. Nos hôtes cependant soutenoient notre espérance; jamais les Baromètres ne fûrent tant consultés. Il montèrent enfin un peu : & sur le soir nous repartîmes pour les *Fonds*.

Départ des *Fonds* pour le *Glacier de Buet.*

922. Nous ne songeâmes presque pas à dormir de toute la nuit : le plaisir de voir les étoiles qui nous présageoient un beau jour, nous tenoit éveillés, & nous attiroit souvent hors de notre cabane. Nous ne pûmes attendre le jour pour nous mettre en chemin : c'étoit le 25me de Septembre, & il tardoit trop à notre gré. Nous nous mîmes donc en marche à 4 heures $\frac{3}{4}$, avec ce plaisir qu'on n'éprouve qu'après de grands obstacles.

Nous nous hatâmes de monter; parce que nous avions intention de faire deux fois l'observation de la chaleur de *l'eau bouillante* dans un même lieu fort élevé, & à deux températures différentes, j'en dirai la raison dans la suite.

Arrivée au *Plan-de-Léchaud.*

923. Nous arrivâmes à 7 heures, au lieu choisi pour cette observation, nommé le *Plan-de-Léchaud*. C'est un fort beau pâturage, abandonné aux Chamois, par l'impossibilité d'y conduire des vaches, ou d'y contenir des moutons; outre

outre qu'étant déjà beaucoup au-dessus des bois, il faudroit trop de peine pour y construire des granges, & pour s'y procurer du bois à brûler.

En arrivant sur ce pâturage, nous y vîmes trois de ses hôtes naturels. Ils n'avoient rien à craindre de nous, parce que notre chasseur n'avoit pas son fusil, ce qui augmenta pour nous le plaisir de cette rencontre. Car l'histoire des persécutions qu'éprouvent ces animaux, dont notre guide nous entretenoit souvent, nous avoit intéressés pour eux. Rencontre de quelques Chamois.

924. Nous choisîmes notre station sur la partie la plus élevée du pâturage, parce qu'elle étoit encore dans l'ombre. Sa hauteur se trouva de 2364 *pieds* au-dessus des *Fonds*, ou de 5352 *pieds* au-dessus du niveau du *Lac*. Quoique cette partie de la Montagne soit tournée au midi, il n'y croit plus de plantes ligneuses. On ne voit jamais ni arbre, ni arbuste à cette hauteur dans nos climats. Si quelqu'une des semences d'arbres que les vents y transportent, trouve un sol ou une exposition bien favorable; il arrive quelquefois qu'elle y germe: mais il n'en résulte jamais que de petits nains rabougris, qui périssent bientôt. Les herbes même y sont basses & très-minces, à l'exception de quelques plantes qui sont là dans leur élément.

Observation du Baromètre & de la *chaleur de l'eau bouillante*.

Les arbres ni les arbustes ne peuvent croître sur les hautes Montagnes.

925. Après nous être arrêtés trois quarts d'heure dans cette station, pour y faire les observations du Baromètre & de la chaleur de *l'eau bouillante*, nous nous remîmes en marche. Notre route avoit toûjours été intéressante par la variété des plantes, du sol & des aspects: cependant il n'y avoit pas eu pour nous des choses bien nouvelles. Mais peu de tems après que nous eûmes quitté le *Plan-de-Léchaud*, nous ne pûmes suffire à la multitude de sensations agréables que nous éprouvâmes en même tems. Beauté des aspects au-dessus du *Plan-de-Léchaud*.

Le soleil se levoit pour nous: l'air étoit calme & d'une sérénité inconnuë dans la plaine: nous nous élevions si sensiblement, que nous appercevions presque l'effet de tous nos pas sur l'arrangement des objets d'alentour. Nous montions sur une sommité isolée, les objets les plus voisins s'abbaissoient, & nous en découvrions continuellement de nouveaux par derrière; & le melange d'une vive lumière, à de grandes masses Pureté de l'air.

masses d'ombres affoiblies ça & là par des vapeurs éclairées; détachoit merveilleusement toutes les parties de ce tableau changeant. Nous étions en marche depuis plus de trois heures, par des chemins bien fatiguans, & cependant, soit satisfaction d'atteindre enfin notre but & dans un moment si favorable, soit plaisir d'étendre toûjours plus notre vuë, soit effet physique de la nature de l'air que nous respirions, ou le tout ensemble; nous nous sentions une ardeur à monter, que rien n'arrêtoit.

Nous jouîmes pendant deux heures de cette succession sensible d'objets nouveaux, sans aucune incommodité que celle d'une montée extrêmement rapide à laquelle notre courage & notre gaieté suppléoient. Après quoi notre position changea; les difficultés survinrent; & la surprise la plus ravissante se fit beaucoup acheter.

Vuë du *Jura* & des *Alpes*.

926. Jusques-là nous étions montés par la face méridionale de la Montagne, sur une pelouse très-rapide, ou dans des talus de rocailles parsemés de petites plantes dont la plûpart ne croissent que sur ces hauteurs. Cette face n'étant pas bien large, nous pouvions voir à l'Occident tout l'espace qui étoit entre nous & le Jura; & à l'Orient une partie de la chaîne des Alpes, dont les Pics se découvroient peu-à-peu à mesure que nous nous élevions. Mais ayant tourné à l'Occident où la Montagne est beaucoup plus étenduë, elle nous barra la vuë du côté des Alpes; & nous fûmes assez occupés de notre chemin, pour ne pas songer à regarder derrière nous.

Difficultés produites par la neige & la glace.

927. Nous commençames alors à atteindre la neige, & bientôt la glace; c'étoit le pied du *Glacier de Buet*, qui comme je l'ai dit, occupe tout le sommet de cette Montagne. Il étoit alors couvert de neige; celle qui étoit tombée l'hyver précédent ne s'étoit pas toute fonduë pendant l'Eté, & il en restoit encore de la nouvelle. La croute de cette neige étoit très-dure, parce qu'elle avoit gelé pendant la nuit, & que le soleil n'y donnoient pas encore. Nous l'avions prévû, & nous nous étions munis de chaussons faits de ficelle de laine, avec lesquels, & des bâtons ferrés, nous comptions de pouvoir y marcher aisément.

928.

928. Pendant quelque tems nous nous applaudimes de notre invention : nous montâmes sans glisser sur une pente assez rapide. Mais elle le devint enfin tellement, que tout à coup mes deux pieds glissèrent, & sans mon bâton ferré, qui à force de le planter dans cette croute dure me retînt à la fin, j'aurois pû descendre aux *Fonds* sans les revoir. L'espace à parcourir sur la neige avant ce saut, étoit à la vérité fort grand ; & comme la pente en descendant devenoit successivement moins rapide, il n'y avoit rien à craindre, pour peu qu'on eût de présence d'esprit. Danger.

929. Sans notre guide nous ne serions jamais montés jusqu'au sommet ; nous n'étions pas chaussés pour une telle entreprise. Mais lui, avec des soulliers dont les semelles très-épaisses & très-dures étoient couvertes de clous, frappoit fortement la neige avec le côté du soulier, en montant en biais. Il faisoit ainsi dans la croute de petits enfoncemens qui le soutenoient, & par lesquels nous montions après lui en nous soutenant avec nos bâtons. Ce moyen, par lequel nous pouvions bien monter, eût été insuffisant pour redescendre ; & nous n'en aurions point couru le risque, si nous n'avions été certains ; que le soleil, en tournant à l'Occidant, ramolliroit la surface de la neige. Quand nous nous fûmes assurés par cette réflexion que nous pouvions redescendre en sûreté, nous eûmes l'esprit plus libre, & nous nous livrâmes aux impressions que ces lieux produisoient sur nous. Expédient pour monter sur les pentes rapides couverte de neige durcie.

930. Il est bien difficile de se faire entendre par des mots, lorsqu'ils ne reveillent pas des sensations éprouvées. Je ne me flatte donc pas de produire chez mes Lecteurs celle que nous éprouvions alors. Le silence le plus profond régnoit dans ces lieux ; on sentoit qu'ils n'étoient pas faits pour des êtres vivans : ils étoient aussi inconnus à notre guide qu'à nous-mêmes. Les Chamois n'y viennent point, & par conséquent aucun chasseur n'y étoit monté. Ils n'étoient pas cependant absolument dépeuplés ; car nous y vîmes beaucoup de ces moucherons que les Naturalistes nomment *tipules*. Nous y trouvâmes quelques abeilles ; mais elles étoient mor- Sensations éprouvées sur le *Glacier de Buet*. Par le profond silence qui y régnoit. *Tipules* trouvées en quantité sur la Glace. *Abeilles* mortes

tes. Elles viennent ſur les rochers voiſins ſuccer les fleurs du *génepi* ; & ſans doute qu'elles y ſont quelquefois accueillies par des orages qui les tranſportent ſur le *Glacier*, où elles meurent. Nous vîmes auſſi ſur ces rochers des papillons de pluſieurs eſpèces. Nous en avions vu précédemment ſur le *Grenairon* ; & en général on en trouve ſur les plus hautes ſommités, dès qu'il y a des fleurs.

Papillons.

Senſation produite par le rapprochement apparent du Ciel & de la neige.

Ce ſentiment de profonde ſolitude, étoit un de ceux que nous démêlions le plus aiſément : mais il n'explique point notre état. Nous nous trouvions ſur une immenſe étenduë de neige, dont rien n'altéroit la blancheur. Les rayons du ſoleil qui commençoit à paroître, réfléchis par la ſurface de la neige dans la ligne qui tendoit vers cet Aſtre, nous faiſoient appercevoir combien elle étoit polie, & l'imagination étendoit ce poli partout. Nous ne voyons abſolument que cette neige & le Ciel, vers lequel elle ſe terminoit en divers replis moëlleuſement arrondis, comme ces beaux nuages argentés qu'on voit quelquefois ſe ſoutenir majeſtueuſement dans un air pur. Et voilà préciſément ce qui produiſoit cette ſenſation extraordinaire que nous éprouvions. Il nous ſembloit réellement que nous étions ſuſpendus dans l'air ſur un de ces nuages. Et quel air ! Jamais nous ne l'avions vû de cette couleur. Il étoit d'un bleu vif & foncé en même tems, qui produiſoit une ſorte de ſenſation d'immenſité, qui eſt inexprimable.

Et ſur-tout par le bleu vif & foncé du Ciel.

Remarque ſur cette couleur.

931. Cette couleur foncée du Ciel étoit ſans doute l'effet de la pureté de l'air, jointe à ce que la couche qui nous interceptoit l'obſcurité du Ciel étoit moins épaiſſe que dans la plaine. Dans le bas de l'Atmoſphère, la couleur de l'air eſt toûjours plus ou moins affoiblie par les vapeurs, qui en même tems diſperſent davantage la lumière. On l'y voit preſque toûjours d'un bleu très-pâle : ils devient plus foncé quand il eſt plus pur ; mais il n'approche jamais de la teinte vive & foncée que nous remarquâmes alors.

Effet particulier de la pureté de l'air ſur le Glacier du Buet.

932. Je ne puis attribuer qu'à cette grande pureté ou *ſécheresse* de l'air, un phénomène qu'elle explique très-bien, & qui ſans cela me paroîtroit inexplicable. En décrivant le ſupport de mon Baromètre, qui me ſert en même tems de

bâton,

bâton, j'ai dit que sa partie supérieure est percée dans sa longueur pour recevoir le manche d'un parasol (Pl. IV. fig. 1.) Ce bâton étant tombé dans notre précédent voyage, se fendit en cet endroit là; & le jour même de mon départ pour ce dernier voyage, j'y mis une virole de fer, pour l'empêcher de se fendre davantage. Il y a près de douze ans que ce bâton est fait; j'emploiai du bois très sec pour cette partie, qui sert de charnière à ses trois branches. Le jour que j'y mis la virole, l'air étoit aussi *sec* qu'il puisse l'être dans la Plaine: je la chassai fortement à coups de marteau. Cependant, comme nous approchions du sommet du *Glacier*, ayant sans dessein tourné mon bâton, la virole tomba d'elle-même. Elle roula fort bas sur la neige, & notre guide la suivant des yeux, remarqua qu'elle s'arrêtoit auprès d'un petit rocher qui sortoit hors de la neige. En redescendant nous la retrouvâmes. Je voulus la remettre à mon bâton: mais elle n'y tenoit en aucun sens. Je mouillai le bois, elle tint alors & je n'y songeai plus. Longtems après, me rappellant la chute de cette virole, j'ai voulu la rendre solide, en garnissant le bois avant de l'y appliquer. Je l'ai trouvée aussi solide que le prémier jour; & je n'ai pû l'ôter ni la remettre qu'a coup de marteau. Certainement ce morceau de bois avec acquis à cette hauteur & dans ce moment-là, une *sécheresse* extraordinaire.

Pureté de l'*eau* sur les hautes Montagnes.

932. Nous avons aussi attribué à la pureté de l'air, rélativement aux exhalaisons qui s'élèvent sans cesse de la terre, un autre phénomène que nous remarquâmes alors pour la seconde fois. C'est que l'eau qui distille de la glace à cette hauteur, est sans comparaison plus agréable au goût, qu'aucune de celles qu'on boit dans la Plaine; même que celle de la pluye, reçuë immédiatement de l'air. Sans doute que traversant la partie inférieure de l'Atmosphère, où séjournent les exhalaisons, elle s'en charge toûjours plus ou moins. Peut-être n'y a-t-il que des buveurs d'eau comme nous, qui puissent juger de ces nuances (*a*).

(*a*) Un de mes amis a fait la même observation à la *Sainte-Beaume*, la plus élevée des Montagnes de la Provence.

Différence des vents dans les différentes parties de la Montagne.

933. Quand nous partîmes des *Fonds*, il faisoit un petit vent du Nord, qui dura tout le jour au bas de la Montagne, à ce que nous apprîmes au retour. Il régnoit encore au *Plan-de-Léchaud*. Plus haut & jusqu'assez en avant sur le *Glacier*, l'air étoit calme; mais en aprochant du sommet, nous éprouvâmes peu à peu un vent du Sud, qui devint enfin très-fort & très-froid sur le sommet.

Etenduë de Pays découverte depuis le sommet du *Glacier*.

934. Il étoit près de midi, lorsqu'enfin nous y arrivâmes; & tout-à-coup en élevant notre tête au-dessus de l'extrêmité du rideau qui nous cachoit depuis longtems la partie Orientale de notre horizon, nous eûmes à découvert l'immense chaîne des Alpes, dans une étenduë de plus de cinquante lieuës. De quel côté que nous tournassions nos regards, tout l'horizon étoit couvert de Montagnes. Ses bornes à l'Occident, n'étoient sûrement que l'épaisseur de l'Air: car nous dominions assez la chaîne du *Jura*, distante de 13 à 14 lieues, pour découvrir au-delà les Plaines de la *Franche-Comté* & de la *Bourgogne*, si l'air eût été assez transparent. Au Sud-Ouest notre vuë s'étendoit jusqu'au *Mont-Cenis*; & au Nord-Est probablement jusqu'au *St. Gottard*. Nous dominions de beaucoup toutes les gorges des *Alpes*, & il n'y avoit que quelques-uns de leurs Pics, qui s'élevassent au-dessus de nous.

Dans tout ce vaste espace, où les Montagnes étoient entassées; nous n'appercevions de plaine, que dans un petit recoin à l'Ouest, dont *Genève* occupoit le milieu: & au Nord-Est nous voyions presque d'un bout à l'autre la large vallée ou coule le Rhône, depuis sa chute des Montagnes, jusqu'à *Sion*, capitale du *Vallais*, distante du lieu où nous étions, de 9 à 10 lieües. Tout le reste étoit hérissé de Montagnes.

Coup d'œil sur quantité de glace que renferment les *Alpes*, comparée aux Fleuves qui en sortent.

935. Les détails, autant que l'ensemble auroient excité l'admiration de l'homme le plus indifférent. Un seul coup d'œil sur l'immense quantité de Glaces & de Neiges qui couvrent les Alpes, suffit pour tranquilliser le spectateur sur la durée du *Rhône*, du *Rhin*, du *Pô* & du *Danube*: on a le sentiment que c'est là leur réservoir, & qu'il peut fournir à plusieurs années de sécheresse. Nous comparions sans qu'il fût besoin de calcul, les écoulemens avec leurs sources.

Dans

Dans toute cette étenduë où nous découvrions le *Rhône*, il ne nous paroissoit qu'un ruisseau, à cause de la distance ; & cette même distance ne nous faisoit point perdre le sentimente de l'immensité des amas de glace d'où il distilloit. Plus près, & seulement à une lieuë de distance. nous avions devant nous les sources de l'*Arve*, qui vient se réunir au *Rhône* au-dessous de *Genève*. Ces sources ne nous paroissoient que de petits filets d'eau ; en comparaison des Vallées comblées de glace d'où elles sortoient. Le *Mont-Blanc*, qui s'élevoit au-dessus de ces Vallées, paroissoit capable de fournir seul pendant très-longtems au cours d'une Rivière ; tant il étoit chargé de glace, depuis son pied, jusqu'à son sommet ; c'est-à-dire, dans une étenduë prodigieuse (763). *Mont-Blanc.*

Ce côté de notre Horizon, offroit la plus sensible image de l'hyver : il réveilloit toute les idées que nous ont données les Voyageurs, du *Spitzberg* & de la *Nouvelle-Zemble*. En un mot il ne présentoit à nos yeux que des tas de glace, au travers desquels s'élevoient en obélisques des Pics arides, de 3 à 4000 pieds de haut. Tandis que partout ailleurs, les Montagnes étaloient la variété des productions dont elles sont susceptibles. Au pied même de ces glaces, on voyoit des pâturages & des moissons. C'est seulement vers la fin de Septembre qu'on moissonne auprès des *Glaciers*, qui descendent jusqu'au fond des vallées habitées, les orges qu'on y a semés vers le milieu du Printems. Ces Vallées donnent aussi du lin & d'excellent fourage : mais elles fournissent surtout un miel blanc délicieux, que les abeilles vont recueillir sur toutes ces fleurs salutaires des *Alpes*. Recoltes au pied des glaces.

936. Après avoir porté quelque tems notre attention tout autour de nous, elle fut ramenée bien fortement sur nous mêmes, lorsque nous vînmes à découvrir, que nous n'étions soutenus que par une masse de neige glacée, qui étoit saillante sur un précipice affreux. Notre prémier mouvement fut une retraite précipitée. Mais ensuite ayant compris par la réflexion, que l'addition de notre poids à cette masse prodigieuse qui se soutenoit là sûrement depuis bien des siècles, étoit absolument nulle pour produire l'effet de la détacher ; nous cessâmes de craindre, & nous revînmes sur ce terrible Description du *Glacier de Buet* & de la Montagne sur laquelle il repose.

 bel-

belvedet. La Montagne de ce côté-là, étoit aussi escarpée que du côté des *Fonds*, & la saillie de la glace nous portoit en avant sur le précipice; tellement que si nous avions lâché un cordeau depuis le lieu où nous étions, il l'auroit fallu de plus de 500 *pieds* pour qu'il atteignît quelqu'une des pointes de rocher dont cette face étoit hérissée; & notre vuë ne s'arrêtoit au bas, que dans une vallée dont l'abaissement étoit peut-être de 5000 *pieds*.

La croute de glace, dans les parties que nous pouvions découvrir, mais qui étoient plus basses que nous, avoit au moins 60 pieds d'épaisseur: elle bordoit avec plus ou moins de saillie, tout ce côté du sommet de la Montagne, dont la face dans une très-grande étenduë, étoit aussi recouverte de glace.

Quel aspect pour des habitans de la Plaine! Nous le considérions avec un étonnement mêlé d'effroi. Nous nous tenions l'un l'autre par nos habits en avançant la tête vers le précipice: chacun des deux, tranquille pour lui-même, n'avoit point cette sécurité pour l'autre; il eût frissonné au moindre pas qu'il lui auroit vu faire seul. Cette crainte réciproque nous fit retirer tous deux du bord du précipice, plûtot que nous ne l'aurions fait séparément; & nous commençâmes nos observations à quelques pas en arrière.

Observation du Baromètre sur le *Glacier de Buet*.

937. Nous avions détaché de quelques rochers qui se montroient hors de la glace sur notre chemin, des plaques d'ardoise que nous avions portées au sommet, soit pour nous y procurer d'autres siéges que la glace, soit pour y poser notre réchaud pendant l'opération de l'eau bouillante. Mais nous ne pûmes réussir à celle-ci; le vent étoit trop fort & en même tems trop froid; car quoiqu'à midi, le Thermomètre n'étoit qu'à 3 $d.\frac{3}{4}$ au-dessus de *zéro*; & pour des gens fatigués & vêtus à la légère; cette température, accompagnée d'un grand vent, étoit fort incommode. Nous nous bornâmes donc à l'observation du Baromètre, qui se tint à 19 *pouces* 6 *lignes*. Par la comparaison de cette observation, avec celle qui fut faite à *Genève* dans le même tems, la hauteur de cette sommité s'est trouvée de 8229 *pieds*

Hauteur de cette Montagne sur le Niveau du *Lac*

pieds ſur le niveau du *Lac*, ou de 9355 *pieds* ſur celui de la *Mer Méditerranée*. Léman & de la Mer Méditerr.

938. De ce même ſommet, nous prîmes dans le *Mont-Blanc*, diſtant d'environ deux lieües, le point de niveau qui nous a ſervi depuis à meſurer ſa hauteür des environs de Genève, qui s'eſt trouvée de 4990 *pieds* plus grande que celle du lieu où nous étions, & par conſéquent de 14345 *pieds* au-deſſus du niveau de la *Mer Méditerranée* (763). Nous ne nous laſſions point de conſidérer cetre étonnante Montagne, qui s'élevoit au-deſſus de toute les autres comme un géant. La croute de glace qui la recouvre en entier depuis ſa baſe dans la Vallée de *Chamouni*, juſqu'à ſon ſommet, reſſemble en quelques endroits à une mer agitée; en d'autres on croiroit voir des ruines de Tours & de Châteaux, entrecoupées de profondes crevaſſes; ailleurs elle s'avance ſur les bords de quelques rochers, coupés à pic; on peut juger dans ces endroits là de ſon épaiſſeur, qui nous parut de 5 à 600 *pieds*. Hauteur du Mont-Blanc.

Après avoir fait ces deux obſervations au ſommet du *Glacier de Buet*, où nous ne pûmes tenir que pendant trois quarts d'heure: nous redeſcendîmes pour celle de la chaleur de l'*eau bouillante*, auprès des petits rochers d'où nous avions détaché les plaques d'ardoiſe. C'eſt l'eſpèce de pierre dont tout le haut de cette Montagne eſt compoſé. Nous trouvâmes dans ſes crevaſſes des amas de *Quartz* ſous des formes ſingulières, & une petite matrice de *Criſtal-de-roche* très-pur. De l'eſpèce de pierre dont la Montagne du *Glacier de Buet* eſt compoſée.

Nous jugeâmes par la poſition de ces petits rochers, plus bas d'environ 200 *pieds* que la Partie la plus élevée de la glace (646), qu'ils faiſoient partie du vrai ſommet de la Montagne. Tout ce qui s'élevoit au-deſſus, n'étoit qu'un maſſif de glace en forme de cone coupé par l'axe, de 200 pieds de haut ſur une baſe très-large, poſée elle-même ſur l'immenſe étenduë de glace permanente qui couvre toute la pente du ſommet. Conjecture ſur l'épaiſſeur du *Glacier*.

939. J'appelle cette glace *permanente*; non que je penſe que la même glace ſubſiſte toûjours: car outre la fonte conſidérable qu'occaſionne la chaleur de l'Eté, il s'en fait une Renouvellement des *Glaciers*.

con-

continuelle par dessous, même au plus fort de l'hyver; produite par la chaleur interne de la Terre. Mais cette glace se renouvelle annuellement par dessus; elle s'accroit même, tant en épaisseur qu'en étenduë. La fonte qui se fait par dessous ne pouvant pas être toûjours égale dans toute l'étenduë d'un *Glacier*, il arrive probablement quelquefois, d'une grande partie de sa masse ne se trouvant plus soutenuë par le terrein, s'affaisse tout-à-coup. C'est à cet affaissement que j'attribuerois ces *crevasses* immenses tant en étenduë qu'en largeur & en profondeur, qu'on voit sur quelques *Glaciers*; & qui se font avec un bruit terrible.

Immenses *crevasses* qui s'y forment.

On ne peut douter de l'accroissement de tous les *Glaciers* des *Alpes*. Car puisqu'ils existent; c'est une preuve que dans les siècles précédens, la quantité de neige qui est tombée pendant les hyvers, l'a emporté sur la quantité fonduë pendant les Etés. Or non seulement la même cause subsiste; mais le *froid* qu'occasionnent ces amas de glace déjà formés, doit l'augmenter toûjours plus; puisqu'il en résulte, & plus de neige, & une moindre fonte.

De l'accroissement des *Glaciers*.

Nous remarquâmes un effet bien sensible de cette dernière cause; dans la comparaison de la Montagne du *Glacier de Buet*; avec celle du *Grenairon*. Celle-ci présente du côté des *Fonds* une face de même forme & semblablement exposée que la face Orientale de la Montagne du *Glacier de Buet*. Cependant, tandis que la prémière étoit sans glace, & couverte même de verdure dans ses parties saillantes, l'autre étoit presque entièrement recouverte de glace. C'est que celle-ci est immédiatement en face des *Glaciers* de *Chamouni* & du *Mont-Blanc*; & que la prémière en est garantie. Il n'y a donc pas de doute que les *Glaciers* n'aillent en augmentant & même dans une progression croissante; & que par conséquent le *Mont-Blanc*, qui n'est pour ainsi dire, qu'un seul *Glacier*, ne s'élève insensiblement.

Il doit se faire en progression croissante.

Le *Mont-Blanc* s'élève insensiblement.

940. Nous étions fort à notre aise auprès des petits rochers où nous étions descendus: il y faisoit moins froid, & peu de vent. Nous nous émerveillions de n'appercevoir la différence de densité de l'air que par nos instrumens; de ce qu'aucune incommodité ou sensation désagréable ne nous aver-

Insensibilité de l'effet de la d[illegible]ce de d[illegible] de [illegible]air entre les Mon[illegible]ag[illegible]s & la Plaine sur nos organes.

avertiſſoit, que cet air que nous reſpirions étoit près d'un tiers moins denſe que celui de la Plaine; de ce que le poids de l'Atmoſphère avoit diminué de cent quintaux ſur notre corps, ſans que l'équilibre fût troublé dans ſon intérieur. Quelle merveilleuſe machine, que celle qui ſe prête à de ſi grandes variations dans les cauſes mêmes de ſes principaux mouvemens, ſans qu'ils ceſſent d'être réguliers !

941. Je ne puis m'empêcher de faire remarquer à ce ſujet, combien ſe ſont trompés quelques Médecins qui ont attribué à la différence du poids ou de la denſité de l'air, les changemens qu'éprouvent certaines perſonnes lorſque le Baromètre baiſſe, & qui ont entrepris d'en rendre raiſon par le manque d'équilibre entre l'air intérieur & l'air extérieur, ou par l'effet que peut produire ſur les mouvemens du cœur & des poulmons, un air plus ou moinſe denſe.

Erreur ſur ce point.

Si ces viciſſitudes influoient ſenſiblement ſur nos organes; que deviendroient ces chaſſeurs au Chamois, qui paſſent chaque jour du fond des vallées au ſommet d'auſſi hautes Montagnes? Que deviendroient ſeulement les femmes d'un hameau voiſin de *Sixt*, qui pendant l'Eté, vont paſſer la nuit aux *Fonds*, pour y traire leurs vaches, & qui, laiſſant leurs beſtiaux à la garde de leurs enfans, redeſcendent chaque matin pour venir aider leurs maris qui cultivent la terre. Elles éprouvent ainſi chaque jour les plus grandes variations d'augmentation & de diminution du poids de l'air qui arrivent dans un même lieu à de grands intervalles de tems: car la différence de hauteur du Baromètre de *Sixt* aux *Fonds*, eſt d'environ 22 *lignes*. Cependant elles n'en reſſentent aucune incommodité. Il en eſt de même de tant de Villageoiſes, qui, chaque jour de la belle ſaiſon, nous apportant à *Genève* les divers produits des troupeaux des Montagnes, éprouvent de bien plus grands changemens encore dans la preſſion & la denſité de l'air. Les aſthmatiques même n'en ſont pas affectés : j'ai été du moins ſur la Montagne de *Salève*, avec un de mes amis qui craignoit cet effet, & qui ne l'éprouva point.

Prouvée par le genre de vie des Montagnards.

Et par un aſthmatique qui ne ſouffrit point du changement du denſité de l'air.

Supplément. Tt

Les effets de l'air sur la santé, attribués à la différence de densité de l'air ou de sa pression, proviennent de son mélange avec d'autres matières.

942. Il faut donc avoir recours à une autre cause, qui accompagne ordinairement les variations du Baromètre, pour expliquer les changemens que nous éprouvons alors dans notre santé, & surtout dans nos forces. Cette cause est un changement dans la nature de l'air; c'est son mélange avec d'autres fluides. J'en ai déjà parlé en traitant des variations du Baromètre (721); mais je n'ai fait mention que des *vapeurs* acqueuses. D'autres *vapeurs* ou exhalaisons, peuvent produire des effets très-variés (*a*). Je croirois encore que le *fluide éléctrique* influë sur ceux qui ont les nerfs sensibles: un de mes amis croit le remarquer très-distinctement sur lui-même, dans les tems d'orages.

943. Nous fîmes l'observation de la chaleur de *l'eau bouillante* auprès de ces petits rochers du *Glacier de Buet*, où nous nous arrêtâmes une heure & demie, après quoi nous commençâmes à descendre. Le Soleil avoit ramolli la neige, comme nous l'avions espéré; & nous descendîmes sans peine dans les pentes les plus rapides, d'une manière fort plaisante que notre guide nous enseigna. Nous sautions sur nos talons, qui s'enfonçoient assez dans la neige pour nous retenir. Il est vrai qu'il falloit garder une sorte de mesure dans ces sauts, pour que le corps suivît toûjours le mouvement des jambes, sans quoi on auroit pu tomber en arrière ou en avant. Nous n'essayâmes pas une autre manière de descendre que nous vîmes pratiquer à notre guide; ce n'étoit pas trop le lieu de faire de pareils essays. Il s'appuyoit par derrière avec son bâton qu'il passoit entre ses jambes; & enfonçant plus ou moins ses talons dans la neige, il s'y glissoit debout, avec divers degrés de vîtesse dont il étoit le maître: il se laissoit aller quelquefois avec une rapidité prodigieuse; & il s'arrêtoit ensuite fort aisément en enfonçant peu-à-peu ses talons.

(*a*) Ce que je dis ici a beaucoup d'analogie avec ce que M. *Cigna* a prouvé d'une manière évidente, dans un Mémoire sur la cause de la mort des animaux dans un air renfermé: savoir, que les animaux supportent sans souffrance une très-grande diminution dans la densité de l'air, pourvu qu'on le renouvelle; tandis qu'ils meurent très-promptement dans l'air naturel vitié par les exhalaisons ou les vapeurs qui émanent de leur propre corps. (*Miscellal Taurin.* Tom. alter pag. 168 & seq.)

944.

944. Lorſque nous fûmes hors de la neige, & que tournant du côté du *Plan-de-Léchaud* nous commençâmes à trouver de l'herbe; nous entendîmes partir de divers endroits des cris perçans, ſemblables à des coups de ſifflet, qui, ſi nous avions été dans un bois de la Plaine, nous auroient fait craindre d'être tombés dans une embuſcade de voleurs. Mais là c'étoit nous qu'on craignoit. Les prémières marmottes qui nous avoient apperçus, en avertiſſoient leurs camarades par ces cris, & nous les voyons courir ça & là pour ſe réfugier dans leurs trous. Ces coups de ſifflet ſe répétèrent plufieurs fois pendant que nous traverſâmes la région qu'habitent ces animaux.

945. Nous fûmes de retour au *Plan-de-Léchaud* à 3 h. $\frac{1}{2}$; & nous nous arrêtâmes au même endroit où à 7 heures du matin nous avions fait l'obſervation de la chaleur de l'*eau bouillante*. Celle de l'air n'avoit pas augmenté autant que je le comptois: elle étoit le matin à + 5$\frac{1}{4}$ & elle ne fut alors qu'à + 11. Nous répétâmes cependant nos obſervations; après quoi nous nous mîmes en marche. Il étoit 4 h. $\frac{1}{2}$; & à 6 heures nous arrivâmes aux *Fonds*.

Répétition des Obſervations du *Baromètre* & de la *chaleur de l'eau bouillante* au *Plan-de-Léchaud*.

946. Nous nous étions propoſés d'y paſſer la nuit, penſant que nous y arriverions trop tard & trop fatigués pour deſcendre encore à l'Abbaye le jour même. Nous étions fatigués en effet, & il étoit preſque nuit: cependant après nous être repoſés une demi heure, nous préférâmes d'augmenter un peu notre fatigue, pour jouïr de plus de repos; & nous nous remîmes en marche. Le chemin des *Fonds* à *Sixt* eſt en partie dans des bois de ſapins, qui produiſoient quelquefois une pleine nuit: nous ne pouvions ſuivre alors notre guide qu'au bruit de ſes pas. Cependant nous fîmes la route ſans accident, & nous arrivâmes à 8 h. $\frac{1}{2}$ à l'Abbaye. Nous y fûmes accueillis avec le même empreſſement dont nous avions déjà éprouvé de ſi utiles effets. Une bonne nuit, & la ſatisfaction d'avoir rempli notre but, réparèrent toutes nos fatigues: & nous partîmes de *Sixt* le lendemain, pénétrés des bontés de nos Hôtes. Nous couchâmes ce jour là

Retour des *Fonds* à *Sixt*.



à *St. Joire*, & le jour ſuivant nous fûmes de retour à Genève ſur le midi.

*

Directions pour le voyage au *Glacier de Buet*.

947. Quoique les expériences de la chaleur de l'eau bouillante ayent été le but principal de ce voyage, il eſt ſi intéreſſant en lui-même pour des Naturaliſtes, que nous n'aurions pas regret de l'avoir entrepris, ſans autre motif que la curioſité. Il eſt vrai que les détails que nous avions obſervés auparavant, dans les environs de la Vallée de *Chamouny*, augmentèrent beaucoup le plaiſir que nous procuroit la vuë des *Alpes* lorſque nous étions ſur le *Glacier de Buet*. C'eſt donc à ceux qui ont parcouru les hauteurs qui dominent cette Vallée, & qui l'ont fait avec plaiſir, que nous pouvons conſeiller ce dernier voyage. J'ai cherché à le leur rendre plus facile par quelques-uns des détails dans leſquels je ſuis entré, & dont je vais rappeller les principaux pour leur ſervir de guide.

La route qui, de l'Abbaye, conduit au *Glacier de Buet*, eſt très-pénible ſans doute; mais elle n'eſt point périlleuſe pour quiconque peut ſupporter longtems la fatigue, & regarder ſans crainte de fort haut. En montant des *Fonds* au *Plan-de-Léchaud*, on rencontre une côte eſcarpée, où notre guide nous propoſa deux routes; l'une aſſez longue, mais ſûre; l'autre très-courte, mais que je ne conſeillerois qu'à peu de gens: l'impatience nous la fit choiſir. On peut prendre l'autre, & alors on n'aura ſur toute la route aucun pas dangereux.

Je conſeille à ceux qui ſe ſentiront en état d'entreprendre ce voyage, de ſe munir de ſouliers ſemblables à ceux de notre Montagnard (929). Non ſeulement ils ſont néceſſaires pour marcher ſur la neige dure; mais ils ſont très-utiles encore pour ſe ſoutenir avec plus de facilité ſur les gazons rapides. Les ſouliers ſans clous y deviennent ſi polis, que l'on gliſſe preſqu'à chaque pas, ſi l'on ne s'aide des mains.

Il faut faire ce voyage au mois d'Aouſt : les jours ſont plus

plus longs, le tems plus assûré qu'au mois de Septembre; & les gens de ce pays là, sont moins pressés pour leurs récoltes. Il faut être à *Sixt* le Dimanche à l'heure de la Messe, pour y trouver plus sûrement quelqu'un de ces chasseurs qu'on doit prendre pour guides. En partant de *Genève* le samedi matin, on se rendra commodément à *Samoin* le soir, & l'on peut y faire des provisions; le Dimanche on prendroit ses arrangemens à *Sixt* pour aller coucher aux *Fonds* le jour même. On peut y coucher encore le lendemain, pour avoir plus de tems sur la Montagne.

Je souhaite que ces avis contribuent à procurer à quelques-uns de mes Lecteurs, le plaisir que nous avons éprouvé dans ce voyage: j'aurois regret que ces merveilles n'eussent pas d'autres admirateurs.

CHAPITRE V.

Prémières recherches sur la cause de l'accélération des décroissemens de la chaleur de l'Eau Bouillante, *comparativement aux abaissemens du* Baromètre.

Principal motif de ces nouvelles recherches sur la chaleur de l'eau bouillante.

948. LE principal motif qui m'a engagé à répéter mes prémières expériences sur la *chaleur de l'eau bouillante*, est, comme je l'ai dit, qu'au travers de l'inexactitude que j'y soupçonnois, j'avois cependant apperçû, que les diminutions de cette *chaleur*, avoient réellement été plus *rapides* que celles de la *hauteur du Baromètre*: & que je ne pouvois me persuader que le manque de proportion entre ces deux effets, provînt d'une cause générale.

Remarques sur les observations faites en Languedoc.

949. Je commençai mes nouvelles expériences en *Languedoc*; j'en fis 14 de *Beaucaire* à *Genève*; & leur résultat confirma celui des prémières; c'est-à-dire que je trouvai sensiblement moins de différence dans la *chaleur de l'eau bouillante* pour un même *abaissement du Baromètre*, en *Languedoc*, que sur le *Mont-Cenis*.

Je ne pouvois plus suspecter l'exactitude de mon Ther-

momètre ; il avoit pleinement rempli mon attente : & le degré auquel j'étois sûr de mes observations, écartoit toute idée que la différence dont je cherchois la cause pût provenir de quelque erreur. Cette différence étoit bien sûrement dans le phénomème même.

Utilité des *hypothèses* en physique.

950. Lorsqu'on est arrivé à ce point dans les recherches physiques ; c'est-à-dire lorsque les phénomènes *naturels* bien constatés, ne découvrent point par eux-mêmes les causes qui les produisent ; je ne vois que les *hypothèses*, suivies d'expériences, qui puissent conduire plus loin. Il faut sans doute être extrêmement scrupuleux à ne point admettre de *cause*, avant de l'avoir trouvée d'accord avec des phénomènes bien déterminés. Mais il n'en est pas de même lorsqu'on ne les imagine que pour tenter des expériences. On seroit bientôt arrêté dans l'étude de la Nature, si l'on se bornoit à étudier les phénomènes *spontanés*. Quel tems ne s'écouleroit pas, avant que l'espèce humaine eût passé en revuë toutes les combinaisons de ces phénomènes, c'est-à-dire, de ceux que la Nature nous montre d'elle-même, sans que nous aidions à les produire ? Tireroit-on même beaucoup de fruit de phénomènes épars, qu'on ne compareroit que difficilement, & qu'on songeroit même bien rarement à comparer ?

Les *hypothèses* au contraire, font naître les phénomènes, en contribuant à l'invention des expériences : elles les rassemblent ainsi dans un tems assez court, pour que l'esprit les compare : elles intéressent l'observateur par son amour propre, & le rendent ainsi plus ardent & plus attentif : & pourvû qu'elles ne l'aveuglent pas, elles ne peuvent que l'éclairer.

Danger.

Voilà je l'avouë un danger ; la séduction de l'amour propre. On peut dire avec raison de l'*esprit de systême*, comme on l'a dit du feu, qu'il est aussi bon serviteur que mauvais maître. S'il vient à nous posséder : nous ne voyons dans les expériences qu'il nous inspire, que ce que nous voudrions y voir pour l'honneur de notre invention. Mais si nous ne

Préservatif.

l'employons que comme instrument ; il nous conduit toûjours à quelque vérité utile : ne fût-ce qu'à la connoissance de nos erreurs.

951.

951. J'ai commencé par des expériences de cette espèce dans mes recherches sur les causes des différences de la chaleur de l'*eau bouillante*; & je ne puis les regarder comme inutiles. Je crois au contraire qu'on serviroit utilement la physique, en publiant les tentatives faites sans succès sur des objets intéressans: ce seroit au moins fermer des routes, où l'on pourroit encore perdre du tems, & épuiser inutilement ses forces.

Utilité de la connoissance des tentatives faites sans succès.

952. Après m'être assuré que la différence que je trouvois dans le rapport des *diminutions de la chaleur de l'eau bouillante* avec les *abaissemens du Baromètre*, ne provenoit point du défaut des instrumens; la prémière idée qui me vint, fut que cette différence provenoit peut-être de celle des *eaux*. J'imaginai, que plus l'*eau* étoit pure, moins elle pouvoit contracter de chaleur. Or l'*eau* des Montagnes étant la plus pure, & d'autant plus que le lieu est plus élevé (932); je pensai, qu'abstraction faite de la différence du poids de l'air, l'*eau* des Montagnes devoit être moins chaude quand elle bout, que celle de la Plaine, qui s'est filtrée dans la terre, ou qui a coulé à sa surface, & qui s'est chargée ainsi de matières hétérogènes, susceptibles d'une plus grande chaleur que l'eau pure.

Le manque de proportion entre les variations de la *chaleur de l'eau bouillante*, & celles du *Baromètre*, attribué à la différence des *eaux*.

953. Aussitôt que j'eus imaginé cette explication, je la soumis à l'expérience. Je pris pour cet effet de *l'eau de pluye*, comme étant la plus pure que je pouvois avoir à *Genève*; de l'*eau du Rhône*, qui a déja fait un grand trajet depuis les Montagnes; & de l'*eau minérale d'Amphion*, près d'*Evian* en *Chablais*, qui tient en dissolution une quantité de *vitriol de mars* très-sensible au goût. Je fis bouillir successivement ces trois espèces d'*eaux*, dans le même vase & par la même hauteur du Baromètre; & je ne trouvai absolument aucune différence dans leur degré de chaleur.

Expériences à ce sujet sur différentes espèces d'*eaux*.

Elles contractent toutes le même degré de chaleur.

954. Détrompé par cette expérience seule, je ne la poussai pas plus loin. J'eus seulement la curiosité de plonger mon Thermomètre dans du *chocolat* qui bouilloit; & je ne le trouvai pas plus chaud que l'eau pure. Sans doute que la plûpart des matières qui se mêlent à l'eau, même assez intimé-

Le *chocolat* bouillant n'est pas plus chaud que l'*eau* pure.

Les matières qui flottent

dans l'*eau* sans *dissolution*, ne changent pas son état à cet égard.

timément, ne lui donnent pas la faculté d'absorber plus de chaleur ; parce que leurs particules, flottant isolées, ne s'échauffent qu'autant que l'eau elle-même peut s'échauffer.

Certains sels donnent à l'*eau* la faculté de s'échauffer d'avantage.

955. Cependant certains sels donnent effectivement à l'eau, la faculté de s'échauffer d'avantage. Par exemple, l'*eau* saturée de *sel marin*, quand elle bout, fait monter le Thermomètre de 7 *degrés* de plus que l'eau bouillante. Mais ces sels se distinguent aisément au goût, & j'ai toûjours goûté l'eau que j'ai fait bouillir.

Il ne me fut donc plus permis, après ces expériences, d'attribuer à la plus grande pureté de l'eau, l'augmentation que je trouvois sur les Montagnes, dans le rapport des diminutions de *chaleur de l'eau bouillante* aux *abaissemens du Baromètre*. Je tirai cependant une utilité de ces expériences, outre celle d'avoir éclairci mon doute; c'est qu'elles me rassurèrent sur l'effet de la différence des *eaux* que j'avois employées pour mes observations.

Ce manque de proportion entre les différences de *chaleur de l'eau bouillante* & celles du *Baromètre* attribué à la différence de chaleur de l'*air*.

956. Malgré le peu de succès de cette nouvelle tentative, je ne fus point convaincu, que le phénomène dont je cherchois l'explication, fût l'effet d'une cause générale : & je m'efforçai encore de chercher quelque circonstance particulière, qui eût pu le produire. Je crus l'avoir trouvée dans les différences de la chaleur de l'*air*. Il me sembloit que la chaleur de l'*eau bouillante* devoit d'autant plus se dissiper, que l'*air* étoit moins chaud. Et comme le plus souvent il fait moins chaud sur les Montagnes que dans la Plaine : & qu'en particulier les observations que je venois de faire en *Languedoc*, avoient été faites dans la saison la plus chaude ; j'esperai beaucoup d'avoir trouvé dans cette circonstance, cette cause particulière que je cherchois.

Observations faites pour vérifier cette conjecture, qui ne la confirment pas.

957. J'étois prêt à partir pour mon dernier voyage aux Montagnes de *Sixt*, lorsque je formai cette conjecture ; & ce fut pour la vérifier, que j'observai deux fois la *chaleur de l'eau bouillante* au *Plan-de-Léchaud*, l'une avant le Lever du Soleil, l'autre après midi (945). Je trouvai en effet quelque petite différence entre les résultats de ces deux observations, & dans le sens que je l'avois imaginée : mais elle

ne

ne fut point confirmée par d'autres obſervations. J'en avois fait à Genève dans l'Eté; j'en fis de nouvelles à mon retour au commencement de l'Automne: & comme j'avois alors raſſemblé toutes celles que je me propoſois de faire, & qu'elles étoient toutes accompagnées de l'indication de la chaleur de l'air: je les comparai ſous ce point de vuë. Cette comparaiſon me détrompa une troiſième fois. Je n'apperçus dans les réſultats de ces obſervations, aucune influence ſenſible de la chaleur de l'air.

Découragé alors dans la recherche de quelque cauſe particulière, je ne ſongeai plus pendant quelque tems qu'à chercher ſi les réſultats de mes obſervations pouvoient être ſoumis à quelque Loi régulière; pour l'appliquer enſuite à la correction du Thermomètre: étant perſuadé d'ailleurs que c'étoit la route la plus ſûre pour parvenir à la découverte de quelque cauſe générale, dont je me propoſois de m'occuper enſuite.

CHAPITRE VI.

Recherche de la LOI *que ſuivent les* diminutions de la chaleur de l'eau bouillante, *quand celles de la* hauteur du Baromètre *ſont égales entr'elles. Application de cette* LOI *découverte*, à *la correction du* Thermomètre.

958. DAns la recherche de la *Loi* que ſuivent les diminutions de la *chaleur de l'eau bouillante*, comparativement aux *abaiſſemens du Baromètre*, mon prémier travail fut de former une *Table* de toutes mes dernières obſervations, rangées ſuivant l'ordre des *hauteurs* du Baromètre. Cette *Table* renfermoit 5 colonnes: Dans la 1re, étoient les hauteurs du Baromètre exprimées en *ſeizièmes de ligne* (365); dans la 2de, les hauteurs du Thermomètre exprimées en *partie* de ſon *Micromètre* (870); dans la 3me, les différences du Baromètre; dans la 4me, les différences

Arrangement des obſervations de la *chaleur de l'eau bouillante* pour aider à la découverte de la *Loi* que ſuivent leurs différences, comparativement à celles du *Barom*.

correſpondantes du Thermomètre; dans la 5me. enfin, je plaçai des nombres qui exprimoient ce qu'auroient été les différences du Thermomètre, ſi elles s'étoient conſervées proportionnelles à la prémière.

Loi trouvée.

959. Cette dernière colonne me donna d'abord une idée de la grandeur & de la marche des accroiſſemens des différences du Thermomètre, comparativement à celles du Baromètre; ce qui m'aida beaucoup dans ma recherche; & je ne tardai pas à découvrir une *Loi*, plus régulière que je ne l'attendois. Je trouvai donc, que les *différences* de la *chaleur de l'eau bouillante* ſuivoient une *progreſſion harmonique*, quand les *hauteurs* du *Baromètre* étoient priſes en *progreſſion arithmétique*. Et cette *Loi* s'eſt trouvée ſi exacte; que les petites différences entre le calcul & l'obſervation n'excèdent, preſque dans aucune, l'incertitude reconnuë dans l'obſervation même (881); comme on le verra bientôt.

Cette *Loi* exprimée par les *Logarithmes* des hauteurs du *Baromètre*.

960. Le prémier avantage que je tirai de la découverte de cette *Loi*, fut de pouvoir calculer mes obſervations par le moyen des Tables des *Logarithmes*, dont les différences ſucceſſives ſont auſſi en *progreſſion harmonique*. Il ne s'agiſſoit pour cela que d'avoir le rapport des *Logarithmes* des hauteurs du Baromètre, avec les hauteurs de mon Thermomètre plongé dans l'*eau bouillante*. Je trouvai que les $\frac{7175}{50000000}$ — 5015 des *logarithmes* des *hauteurs du mercure* exprimés en *ſeizièmes de ligne*, me donnoient preſqu'exactement partout, la *hauteur du Thermomètre* au-deſſus du point correſpondant à la *glace qui fond*, exprimée en *partie* de ſon *Micromètre*.

Cette expreſſion étant particulière au Thermomètre même que j'avois employé, n'étoit pas propre à ſervir de règle générale. Mais je pouvois la changer de manière qu'elle fût applicable à l'Echelle du Thermomètre *commun* dont je ſuppoſe que l'*intervalle fondamental* eſt toujours diviſé en 80 *parties*.

Changement de cette expreſſion, pour la rendre propre au *Thermomètre commun*.

961. Pour cet effet je cherchai d'abord par la combinaiſon de celles de mes obſervations, pendant leſquelles la *hauteur du Baromètre* avoit été le plus près de 27 *pouces* = $\frac{5184}{16}$ de *ligne*, quelle auroit été la *hauteur du Thermomè-*

tre

tre dans l'*eau bouillante* par cette *hauteur* déterminée *du Baromètre* (451 *a*), exprimée en *parties* de mon *Micromètre*; & je la trouvai de 3869 ¼ de ces *parties*. Je changeai alors dans le rapport de 3869 ¼ à 80, 00, l'expreſſion de la *chaleur* dans toutes mes obſervations. Je fis enſuite un changement correſpondant dans l'expreſſion du rapport des *logarithmes* des *hauteurs du Baromètre* avec les *hauteurs du Thermomètre*, en cherchant à la rendre également commode dans la pratique; & je trouvai que les $1\frac{99}{20000}$ — 10387 des *logarithmes* des *hauteurs du Baromètre*, donnoient les *chaleurs* de l'*eau bouillante* en 100mes. de *degré* du Thermomètre *commun* (*a*).

Calcul des obſervations par cette formule.

962. Je calculai toutes mes obſervations par cette nouvelle *formule*, & je dreſſai la *Table* ſuivante; à laquelle j'ai ajouté l'indication de la chaleur de l'air pendant les obſervations, pour prouver ce que j'ai dit à ce ſujet dans le Chapitre précédent (957). Cette indication eſt en *degrés* du Thermomètre *commun*, qui ſe trouvent tous *au-deſſus* de *zéro*. Un nouvel accident m'ayant privé du Thermomètre avec lequel je faiſois les obſervations de la *chaleur de l'eau bouillante*, je n'ai pu en faire dans la ſaiſon où la température de l'air eſt fréquemment au-deſſous de ce point; mais on y verra d'aſſez grandes différences de température pour que ces obſervations ne ſoyent pas beaucoup à regretter.

(*a*) Voici la manière la plus commode d'employer cette formule. Otez de la moitié du *logarithme*, la 100me partie de cette moitié, *plus* 10387000, ſéparés les 5 derniers chiffres, & vous aurez la *hauteur* du *Thermomètre* accompagnée de 5 *décimales*.

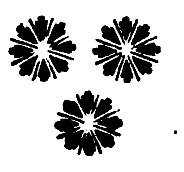


TABLE d'Observations de la chaleur de l'Eau Bouillante, faites en l'année 1770.

Dates.		*Lieux des Observations.*	*Chal. de l'air.*	*Haut. du Baromèt.*	*Haut. en* 16e *de lig.*	Chal. de l'eau bouill. *par l'observ.*	*Differ. en* 100e de deg.	Chal. de l'eau bouill. *par la Règle.*
Juillet	13.	Beaucaire.	$14\frac{1}{4}$	28.5.$\frac{2}{16}$	5458.	81, 09.	+ 2.	81, 11.
	29.	Ibid.	$18\frac{1}{2}$.	28.2.7.	5415.	80, 93.	+ 1.	80, 94.
	28.	Ibid.	20.	28.2.4.	5412.	80, 93.		80, 93.
	31.	Pierrelate.	19.	28.1.2.	5394.	80, 82.	+ 3.	80, 85.
Aoust	1.	Auriol.	$19\frac{1}{2}$.	27.11.0.	5360.	80, 72.		80, 72.
	2.	St. Valier.	$17\frac{1}{2}$.	27.10.0.	5344.	80, 68.	— 2.	80, 66.
	4.	Lyon.	$15\frac{1}{2}$.	27.9.7.	5335.	80, 64.	— 2.	80, 62.
	6.	Ibid.	16.	27.9.7.	5335.	80, 62.		80, 62.
Juillet	6.	Monluel.	$15\frac{1}{2}$.	27.6.13.	5293.	80, 47.	— 2.	80, 45.
	7.	Lyon.	15.	27.6.8.	5288.	80, 47.	— 4.	80, 43.
	5.	Embournay.	15.	27.5.11.	5276.	80, 35.	+ 3.	80, 38.
Aoust	7.	Sardon.	19.	27.5.3.	5267.	80, 31.	+ 4.	80, 35.
Septemb.	29.	Genève.	19.	27.1.14.	5214.	80, 16.	— 8.	80, 13.
	6.	Ibid.	$14\frac{3}{4}$.	27.0.15.	5199.	80, 10.	— 3.	80, 07.
Juillet	3.	Ibid.	$12\frac{1}{2}$.	27.0.9.	5193.	80, 04.		80, 04.
Octobre	20.	Ibid.	5.	26.4.15.	5071.	79, 60.	— 7.	79, 53.
Septemb.	16.	Monetier sur *Salève*. . .	14.	26.3.15.	5055.	79, 50.	— 4.	79, 46.
Novemb.	20.	Genève.	$2\frac{1}{2}$.	25.11.7.	4983.	79, 19.	— 3.	79, 16.
Aoust	26.	Abbaye de *Sixt*.	$16\frac{1}{4}$.	25.11.4.	4980.	79, 13.	+ 1.	79, 14.
Novemb.	20.	Genève.	2.	25.11.2.	4978.	79, 15.	— 2.	79, 13.
Septemb.	16.	Grange des arbres, *Salève*.	$13\frac{3}{4}$	24.10.9.	4777.	78, 20.	+ 5.	78, 25.
	16.	Grange Tournier, *Ibid*. .	$16\frac{3}{4}$	24.5.15.	4703.	77, 80.	+ 11.	77, 91.
	21.	Grange des Fonds, *Sixt*.	15.	24.1.1.	4625.	77, 45.	+ 10.	77, 55.
	22.	Chemin de GrasseChèvre. *Ib*.	$10\frac{1}{2}$	23.8.2.	4546.	77, 18.		77, 18.
Aoust	26.	Grange des Communes, *Ib*.	$8\frac{1}{2}$	23.4.6.	4486.	76, 89.	+ 1.	76, 90.
Septemb.	22.	Grasse Chèvre. . . *Ibid*.	10	22.11.14.	4414.	76, 54.	+ 1.	76, 55.
	25.	Plan-de-Léchaud. *Ibid*.	$5\frac{1}{4}$.	21.10.7.	4199.	75, 47.	+ 1.	75, 48.
	d.	*Ibid*. (le soir)	11.	21.10.2.	4194.	75, 47.	— 2.	75, 45.
Aoust	25.	Grenairon. . . *Ibid*.	$10\frac{1}{4}$.	20.4.15.	3919.	73, 92.	+ 7.	73, 99.
Septemb.	25.	Glacier de Buet. . *Ibid*.	$6\frac{1}{2}$.	19.7.15.	3775.	73, 21.	— 2.	73, 19.

963. Quoique les obſervations que j'avois faites en 1762, n'ayent pas autant de régularité que les précédentes, par les raiſons que j'en ai données ci-devant; je ne laiſſerai pas de les raſſembler ici: parce qu'au travers même de leurs écarts, on y découvrira la même *Loi*.

L'intervalle fondamental du Thermomètre que j'emploiai alors, étoit de 816, 8 *parties* d'une certaine *échelle* (451.*b*). Ainſi pour calculer ces obſervations par la même *formule* que les précédentes; j'ai changé leur prémière expreſſion, dans le rapport de 816, 8 à 80, 00. La Table ſuivante donne la comparaiſon des obſervations avec la *Règle*.



TABLE d'Observations de la chaleur de l'Eau Bouillante, *faites en* 1762.

Dates.	Lieux des obſerv.	*Haut. du Ba-romèt.*	*Hauteur en* 16e *de lig.*	Chal. de l'eau bouil. *par l'obſer.*	*Dif. en* 100e de deg.	Chal. de l'eau bouill. *par la Règle.*
Juillet 21.	Gènes.	28. 5.	5456.	81, 08.	+3.	81, 11.
Aouſt 11.	Turin.	27. 6 $\frac{2}{16}$	5282.	80, 39.	+2.	80, 41.
Mai 26.	Ibid.	27 4. 12.	5260.	80, 39.	−7.	80, 32.
Aouſt 15.	Chambery.	27. 3. 11.	5243.	80, 19.	+6.	80, 25.
Mai 21.	St. Ambroiſe.	27. 1. 11.	5211.	80, 10.	+2.	80, 12.
Aouſt 12.	Ibid.	27. 1. 9.	5209.	80, 00.	+11.	80, 11.
15.	Aiguebelle.	27. 1. 8.	5208.	79, 90.	+21.	80, 11.
16.	St. Felix.	27. 0. 5.	5189.	80, 00.	+3.	80, 03.
16.	Annecy.	26. 10.	5152.	80, 00.	−13.	79, 87.
Mai 18.	La Chambre.	26. 9. 3.	5139.	79, 79.	+3.	79, 82.
14.	Genève.	26. 9. 2.	5138.	79, 61.	+20.	79, 81.
20.	Suze.	26. 8. 14.	5134.	79, 70.	+10.	79, 80.
Aouſt 14.	La Chambre.	26. 7. 2.	5106.	79, 70.	−2.	79, 68.
17.	Crozeille.	25. 10 5.	4965.	79, 02.	+6.	79, 08.
14.	St. Michel.	25. 9. 9.	4953.	78, 92.	+11.	79, 03.
Mai 20.	La Novalaiſe.	25. 9. 9.	4953.	79, 02.	+1.	79, 03.
Aouſt 13.	Ibid.	25. 7. 11.	4923.	78, 82.	+8.	78, 90.
Mai 19.	Modane.	25. 0. 4.	4804.	78, 53.	−16.	78, 37.
Aouſt 14.	Ibid.	24. 9. 0.	4752.	78, 33.	−20.	78, 13.
13.	Braman.	24. 3. 0.	4656.	77, 74.	−5.	77, 69.
Mai 19.	Lans-le-Bourg.	24. 1. 14.	4638.	77, 84.	−23.	77, 61.
Aouſt 13.	Ibid.	23. 10. 12.	4588.	77, 35.	+3.	77, 38.
13.	Ferrière (Mont-Cenis).	23. 10. 1.	4577.	77, 45.	−12.	77, 33.
Mai 20.	Grand-croix (ibid.)	22. 9. 4.	4382.	76, 47.	−7.	76, 40.
Aouſt 13.	Ibid.	22. 7. 2.	4338.	76, 28.	−10.	76, 18.
d.	Tovet-deſſus (ibid.)	21. 11. 4.	4212.	75, 60.	−6.	75, 54.

964. J'ai parlé pluſieurs fois d'une obſervation de ce genre, faite par M. *Le Monnier* ſur le *Canigou*, comparativement à *Perpignan*; & de mon déſir de pouvoir la répéter à une auſſi grande hauteur. Je l'ai faite à une hauteur plus grande encore; car la hauteur du *Canigou* ſur le niveau de la *Mer Méditerranée*, n'eſt que de 1453 *toiſes* (280), & celle du rocher auprès duquel j'ai fait mon obſervation ſur le *Glacier de Buet*, eſt de 1526 *toiſes* ſur le même niveau (937 & 938). Il n'y a donc plus lieu de penſer que la différence qui ſe trouve encore entre l'obſervation de M. *Le Monnier* & les miennes, puiſſe provenir de la différence de hauteur. La comparaiſon que je vais en faire, ne ſera que l'application de ma Règle, à l'obſervation de M. *Le Monnier*.

Comparaiſon des nouvelles obſervations de la *chaleur de l'eau bouillante*, avec celles de M. Le *Monnier*.

Le Baromètre s'étant tenu à *Perpignan* à 28 *p.* 2 *l.*, *l'eau bouillante* y auroit porté mon Thermomètre à 80, 92, ſuivant ma règle: & ſur le *Canigou*, où le Baromètre ne ſe tint qu'à 20 *p.* 2 $l\frac{1}{12}$ (*a*), le Thermomètre y ſeroit deſcendu à 73, 74. Il auroit donc baiſſé, de l'une à l'autre de ces ſtations, de 7, 18. Et ſuivant l'obſervation de M. *Le Monnier*, il baiſſa de 7, 80 (449 *e*). Je trouverois cet écart bien conſidérable dans mes obſervations, à cauſe du degré de perfection auquel j'ai porté mes inſtrumens: mais il ne m'étonne pas, en conſidérant ceux que put employer M. *Le Monnier*. Je ſoupçonne auſſi, & principalement, que n'ayant pas eu toutes les commodités néceſſaires pour faire bouillir de l'eau ſur le *Canigou*, celle qu'il employa n'acquit pas toutes la chaleur dont elle étoit ſuſceptible: je ſais combien j'ai eu de peine à me procurer un feu bien ardent à cette hauteur & en plein air (903). Si ma conjecture eſt fondée, il a dû en réſulter plus de différence dans la chaleur de l'*eau bouillante* entre *Perpignan* & le *Canigou*.

Remarque ſur les différences de leurs réſultats.

(*a*) Il y a une faute d'impreſſion ci-devant dans le §. 449, où l'on trouve cette dernière hauteur 20 *p.* 2 *l.* ½ au lieu de 20 *p.* 2 *l.* $\frac{1}{12}$.

Correction

Correction du point *de la* chaleur de l'eau bouillante *sur le* Thermomètre.

Correction du point de la chaleur de l'eau bouillante sur le Thermomètre.

965. La Loi des décroissemens de la *chaleur de l'eau bouillante* correspondans aux *abaissemens du Baromètre*, étant une fois trouvée, & réduite à une *formule* aussi simple que celle à laquelle je l'ai ramenée; il est bien aisé de l'appliquer à la correction du Thermomètre: c'est ce que je vais montrer à présent.

Ayant marqué par des *fils* sur le tube du Thermomètre, les *points* de *la glace qui fond* & de *l'eau bouillante par une hauteur observée du Baromètre*; & transporté ces deux *points* sur la *monture* du Thermomètre; on prendra les $\frac{99}{200000}$ — 10387 du *logarithme* de cette *hauteur observée du Baromètre* exprimée en *seizièmes de ligne* (961 *note*); ce qui donnera en 100mes. de *degré*, la valeur de l'intervalle des deux *points* portés sur la monture, correspondant à l'excès de la *chaleur de l'eau bouillante* sur celle de *la glace qui fond*. On mesurera ensuite par le moyen d'une *échelle de mille parties*, l'intervalle des deux *points* marqués sur la monture ; & l'on fera égal au nombre des *parties* renfermées dans cet intervalle, le nombre des 100mes de *degrés* qu'aura donné le calcul: & par la règle de proportion; on aura en *parties* de la même *échelle*, la valeur des 100mes de *degrés* dont la *chaleur observée de l'eau bouillante* se trouvera différer de la *chaleur* 80, 00, qui doit correspondre à la *hauteur 27 pouces* du *Baromètre*. Si cette différence est en *plus*, on la retranchera de l'intervalle des deux *points* marqués sur la *monture*, du côté de celui de *l'eau bouillante*: si elle est en *moins*, on l'y ajoutera. Je vais en donner un exemple.

Exemple de cette correction.

966. Je suppose que les deux *points* ont été marqués sur la *monture* du Thermomètre, & que pendant qu'on a observé celui de *l'eau bouillante*, le Baromètre étoit à 25 *p.* 11 *l.* $\frac{2}{16}$ (comme il se trouva lors de l'observation du 20 Novembre 1770, que j'ai rapportée dans l'une des Tables ci-dessus.) Cette hauteur du Baromètre est égale à $\frac{4978}{16}$ de *ligne*; & le *logarithme* de 4978 dans les Tables, est 36970549 dont les $\frac{99}{200000}$ — 10387, sont 7913; qui doit être pris pour 79, 13. Ce nombre est

est moindre que 80, 00, de 0, 87. Je suppose encore, qu'ayant mesuré l'intervalle des deux *points* marqués sur la *monture*, je l'ai trouvé de 1000 *parties* d'une certaine *échelle*; je fais alors cette règle de proportion 7913 : 1000 :: 87 : 11; par où je vois, que le *point* de la *chaleur* observée *de l'eau bouillante*, est plus bas de 11 *parties* de mon *échelle*, qu'il ne se seroit trouvé, si le Baromètre eût été à 27 *pouces*. J'élève donc le *point* de *l'eau bouillante* sur la *monture* de ce Thermomètre, de 11 *parties* de mon *échelle*. La distance du nouveau *point* à celui de *la glace qui fond*, forme alors *l'intervalle* que j'ai appellé *fondamental* dans le Thermomètre (451 *d*) : c'est celui qu'il faudra ensuite diviser en 80 *parties* pour avoir le Thermomètre *commun*; ou en tel autre nombre de parties qui seroit plus commode pour quelque usage particulier (453 *k.*).

Il n'est pas nécessaire que je donne un exemple du cas où la hauteur du Baromètre auroit surpassé celle de 27 *pouces* : on voit assez qu'il ne diffère du précédent, qu'en ce que le nombre des *parties* de *l'échelle* qui exprimeroit la différence de la *chaleur* observée *de l'eau bouillante*, à la *chaleur* 80, 00, devroit être retranché de l'intervalle des deux *points* marqués sur la *monture* du Thermomètre, de la même manière que je l'ai ajouté dans le cas précédent.

Telle est la correction du *terme* de *l'eau bouillante* sur le Thermomètre, résultante de mes dernières observations, & qui doit être substituée à celle que j'avois donnée ci-devant (451 *f*). Cette nouvelle correction déterminera l'*intervalle fondamental* du Thermomètre, avec toute l'exactitude qu'on peut désirer pour les observations les plus délicates.





CHAPITRE VII.

Prémière idée des causes physiques de la Loi des décroissemens de chaleur de l'Eau bouillante *correspondans aux* abaissemens du Baromètre, *appuyée sur une prémière expérience.*

Problème physique rélatif aux variations de la *chaleur de l'eau bouillante.*

967. AYant trouvé une *formule* aussi commode & aussi sûre, pour déterminer sur tout Thermomètre, construit dans quel lieu que ce fût, le point correspondant à *la chaleur de l'eau bouillante quand le Baromètre est à 27 pouces*, j'avois rempli mon prémier but, qui étoit la perfection du Thermomètre; & je voulois y borner mes recherches. Mais la singularité de cette *formule* me revenoit à l'esprit malgré moi, & je me faisois souvent cette question? » Quelle est la cause, qui produit dans la chaleur » de l'eau bouillante, un *maximum*, qu'elle ne peut passer » dans un même état de l'*air*, & dont les variations, » quand cet état vient à changer, suivent une progression » harmonique, quand les hauteurs correspondantes du Ba» romètre sont prises en progression arithmétique? » Alors je me peignois l'*eau* dans l'état d'*ébullition*, & je la considérois par toutes ses faces; j'examinois aussi l'*air* dans tous ses rapports avec cette *eau*. Long-tems mon imagination se fatigua sans succès, & cependant sans lâcher prise.

Circonstance essentielle dans ce phénomène.

968. Enfin je fus frappé d'une circonstance, qui jusqu'alors m'avoit échappé, & qui me parut dès le prémier coup d'œil si essentielle dans le phénomène, que je ne desespérai plus d'en trouver les causes. L'*eau* qui *bout* dans *l'air* libre, ne peut recevoir la *chaleur* que par un de ses côtés, & elle en perd sans cesse par celui qui communique avec *l'air*. C'est sur cette *perte* de *chaleur* que mon attention se porta: je jugeai d'abord qu'elle étoit trop considérable, pour n'avoir pas une influence sensible dans la détermination du *maximum* de *chaleur* de *l'eau* qui *bout*. On ne peut douter que cette perte ne soit grande, quand on considère, que *l'eau* qui *bout*, s'élance sans cesse dans *l'air*, toûjours bien moins *chaud* qu'elle, & que dans ces élancemens elle communique avec lui

L'eau qui *bout* perd continuellement de sa *chaleur.*

lui par une grande ſurface. Or ſi elle *perd* continuellement une quantité conſidérable de *chaleur*, en même tems que la quantité qu'elle en conſerve ne change point; il eſt évident que ce *maximum* eſt le plus grand excès de ſes *acquiſitions* de *chaleur*, ſur ſes *pertes*, dans un même état de *l'air*. Il falloit donc examiner, ſi les changemens qui arrivent dans l'état de *l'air*, doivent influer de la même manière ſur ſes *acquiſitions* que ſur ſes *pertes*. Cependant elle en conſerve un degré conſtant.

969. Quant aux *acquiſitions*, il me paroiſſoit ſi naturel de penſer, que leurs accroiſſemens doivent être proportionnels aux augmentations de la preſſion de *l'air*; que c'étoit par cette raiſon que je regardois comme un paradoxe, les réſultats de mes prémières expériences, lorſque je ne les conſidérois que de ce côté là. Mais les *pertes* pouvoient ſuivre une *Loi* différente; & c'eſt ſur ce point que devoit porter l'examen. Les *acquiſitions de chaleur* que fait *l'eau* qui *bout*, doivent être proportionnelles à la *hauteur du Baromètre*.

970. J'ai expoſé ci-devant (*676 & ſuiv.*) beaucoup de raiſons de croire, que la matière propre de l'*air* n'admet pas le *feu*; qu'elle le tient comme empriſonné dans les corps. C'eſt par là que j'ai expliqué fort naturellement ce me ſemble, divers phénomènes, dont l'explication tirée d'autres cauſes ne m'avoit pas ſatisfait. L'*air* & le *feu* étant des *fluides élaſtiques*; c'eſt-à-dire (ſuivant l'opinion de pluſieurs grands Phyſiciens, qui me paroît en même tems la plus probable), étant des fluides *diſcrets*, compoſés de particules qui ſont dans une très-grande agitation (*286 & ſuiv.*), je conçois que leurs particules ſe choquent mutuellement lorſqu'elles ſe rencontrent, comme celles de chacun de ces fluides ſe choquent entr'elles. Mais que le *feu*, plus ſubtil que l'*air*, paſſe aiſément par ſes interſtices; & d'autant plus abondamment, que *l'air* eſt plus *rare*. Les *pertes* peuvent ſuivre un autre *Loi*.

Nous avons l'exemple d'un effet ſemblable à celui-là (ſi ce n'eſt pas le même ſous une forme viſible), dans l'action réciproque de l'*air* & des *vapeurs*. Le *feu* joint à l'*eau*, produit les *vapeurs*, c'eſt-à-dire, un *fluide* qui conſerve une partie de l'élaſticité du *feu*. Or il eſt viſible, que ce nouveau *fluide* heurte contre *l'air* & le repouſſe, & qu'il n'entre que difficilement dans ſes interſtices; car en réduiſant de *l'eau* L'*air* & les *vapeurs* ſe heurtent mutuellement.

en *vapeurs* dans un vase dont l'ouverture est étroite, on en chasse *l'air* presqu'entiérement (*a*).

Si donc les *fluides élastiques* s'opposent mutuellement de la résistance; si l'*air* en particulier résiste à l'expension du *feu* à proportion de sa densité : il en résulte, que les corps qui se *réfroidissent*, doivent perdre d'autant plus promptement leur *chaleur*, que *l'air* qui les environne est moins dense.

Les *solides* se réfroidissent plus promptement dans le *vuide* que dans *l'air*.

971. Je puis alléguer en faveur de cette hypothèse, l'extinction subite des charbons allumés & de la flamme, sous les récipiens dont on pompe l'*air*. Je puis alléguer aussi les expériences qu'a fait M. *Musschenbroeck* sur des verges de différens métaux, échauffées à différens degrés, & dont il comparoit les *réfroidissemens*, ou les condensations, dans les mêmes tems, par le moyen de deux *Pyromètres* parfaitement semblables, dans le *vuide* & dans *l'air*. Ces expériences sont rapportées dans ses *Tentamina expérimentorum naturalium* &c. (*b*) : on y voit que le *fer*, *l'açier*, le *léton*, le *cuivre* & le *plomb*, ont eu des *réfroidissemens* plus rapides dans le *vuide* que dans *l'air*, jusqu'à-ce que la *chaleur* conservée dans les récipiens vînt changer l'état primitif du *milieu* (*c*).

Mais

(*a*) Entre plusieurs excellente remarques que renferme un Mémoire de M. *Cigna* sur le *froid produit par l'évaporation*, on trouve celle que je viens de faire sur l'action réciproque de *l'air* & des *vapeurs*; qu'il employe à prouver d'une manière bien évidente, que l'évaporation ne se fait pas par le moyen de *l'air*, comme quelques Physiciens l'ont pensé; puisqu'il lui résiste au contraire; mais qu'elle se fait par la seule action du *Feu*. (*Miscel. Taurinens.* Tom. alter, pag. 154.)

(*b*) *Viennæ* &c. 1756, 4°. IIe P. page 54 & s.

(*c*) Ceci paroîtra contraster avec ce qu'on a pu lire du même Auteur dans ses essais de Physique §. 959, & qui a été souvent répeté d'après lui, que *le fer reste plus longtems chaud dans le vuide que quand il est en plein air.* Mais ce sont deux choses différentes; j'ai prévenu cette objection dans le texte, en distinguant le tems où la chaleur conservée dans le récipient a changé l'état du milieu, d'avec celui où la tempérrature est la même sous le récipient qu'en plein air. Dans l'expérience citée de M. Musschenbroeck, tous les métaux qu'il y soumit, le *fer* même, eurent les *réfroidissemens* plus prompts dans le *vuide* qu'en plein air pendant la première moitié du tems que dura cette expérience; après quoi les *réfroidissemens* en plein air se rapprochèrent de ceux qui se faisoient dans le *vuide*. Le *cuivre* cependant, conserva jusqu'à la fin de l'expérience un plus grand *réfroidissemens* dans le *vuide* que dans l'air : le *léton* & le *plomb* arrivérent en même tems à la même température dans les deux *milieux*; & il n'y eut que le *fer* & *l'acier*, dont les *réfroidissemens* en plein air devinrent plus grands enfin, que dans le *vuide*. Ces varietés peuvent provenir de la différente nature de ces métaux, ou des imperfections des *pyromètres*, combinées avec la conservation de la chaleur dans le *récipient*, commune à toutes ces expériences.

Cette

Mais je n'ai pas besoin pour l'objet que je traite maintenant, de m'engager dans la question du *réfroidissement* des corps en général : question si difficile à suivre dans les expériences que nous pouvons faire avec nos machines, à cause des obstacles que les *récipiens* opposent au *réfroidissement* des corps qu'on y renferme, & des grandes variétés de l'action du *feu* sur les corps de nature diverse. Il ne s'agit ici que du *réfroidissement* de *l'eau*. Or il est déja bien connu dans la physique expérimentable, que *l'eau* se réfroidit beaucoup plus promptement dans le *vuide* que dans l'air; & cela me suffit. Cependant avant de me borner à considérer cette circonstance du *réfroidissement* de *l'eau* comme un fait, je dirai encore un mot de la théorie dont elle me paroît découler.

Cette différence est plus grande & moins équivoque dans les *liquides*.

972. Ceux qui se sont occupés de la cause de ce phénomène, l'ont attribué simplement à une plus grande *évaporation*. Quant à moi, je crois que la plus grande évaporation est au contraire la suite d'un plus grand *réfroidissement*, produit par la diminution de la densité de *l'air*. Ceci se lie dans mon systême avec l'explication d'un phénomène très intéressant, savoir le *réfroidissement* des liqueurs qui s'évaporent. Voici comment je le conçois.

La plus grande *évaporation* des liqueurs dans *l'air* moins *dense*, est la suite d'un plus grand *réfroidissement*.

Les particules du *feu*, qui sont dans une agitation continuelle, circulent sans cesse entre les solides les liquides & l'air qui se trouvent contigus, dans les lieux mêmes où la *température* ne change pas. Si tous ces corps étoient d'une nature

Du *réfroidissement* des *liquides* qui *s'évaporent*.

Xx 3 telle,

Cette conservation de la chaleur dans les *récipiens* vuides d'air, peut expliquer encore une expérience de M. *Cigna*, qui paroit d'abord absolument contraire à mon systême. Cet ingénieux Physicien renferma la boule d'un Thermomètre de mercure dans une sphère de verre dont il pouvoit pomper l'air. L'ayant pompé en effet, il mit la sphère dans l'eau bouillante, & quand le Thermomètre fut à 70 degrés de l'Echelle qu'il nomme de M. *de Réaumur*, il plongea la sphère dans de l'eau à la température de l'air, qui étoit de 10 *degrés*. Le Thermomètre descendit à 20 *d.* en 14 *min.* $\frac{1}{4}$. Ayant laissé rentrer l'air, il répéta la même expérience, & le Thermomètre descendit de 70 à 20 *deg.* en 9 *min.* $\frac{1}{2}$. (*Miscel. Taurin.* Tom. alter, pag. 164).

A ne considérer ici que la boule du Thermomètre, il est évident qu'elle se réfroidit plus promptement dans l'*air* que dans le *vuide*. Mais il me semble que cette expérience peut être envisagée différemment. J'y vois deux sphères de verre, l'une pleine, & l'autre *vuide* d'*air*, échauffées au même degré, dont la prémière s'est réfroidie plus promptement que la derniere, au rapport du Thermomètre : ce qui n'est point contraire à mon systême, & qui peut-être même le favorise.

telle, que le *feu* y entrât aussi facilement qu'il en sort; la *chaleur* de chaque corps seroit égale à celle des corps voisins. Mais si quelcun de ces corps est tellement constitué, que dans cette circulation continuelle du *feu*, il trouve plus de facilité à en sortir qu'à y entrer; il est évident que ce corps là doit avoir moins de *chaleur* que les autres. Or les liquides sont dans ce cas: car malgré la facilité avec laquelle le *feu* les pénètre & y circule, il en sort encore plus aisément. Lors que le *feu* entre dans un liquide, il pousse les particules du dehors au dedans, & il essuie ainsi la résistance qu'elles opposent à se mouvoir en glissant les unes sur les autres: en sortant au contraire, il pousse les dernières particules du dedans au déhors, & il les entraine avec lui. C'est ainsi qu'il produit *l'évaporation.* Le *feu* sort donc des liquides avec plus de facilité qu'il n'y entre; & il en résulte, que tout liquide qui *s'évapore*, doit avoir moins de *chaleur* que *l'air* environnant: & que cette différence doit être d'autant plus grande, que le *feu* trouve moins de résistance à détacher & à entraîner avec lui les particules du liquide; ou que *l'air* résiste moins à son action; ou enfin que la surface du liquide qui *s'évapore* est plus grande rélativement à sa masse. Ainsi une liqueur très *volatile*, mise sous un récipient dont on a pompé l'air, & qui ne fait que mouiller un linge, est dans le cas du plus grand *réfroidissement* (*a*). Or c'est ainsi que le

(*a*) Si cette explication du réfroidissement des liqueurs qui s'évaporent, a quelque mérite, je dois convenir quelle ne m'appartient pas en entier. Elle me vint dans l'esprit en lisant cette question que se fait un Auteur en traitant la même matière: » Ne se pourroit-il pas que la chaleur eût » plus de peine à pénétrer dans les liqueurs » qu'à en sortir? » En liant cette idée avec celles que j'avois déja sur la communication de la *chaleur* entre *l'air* & les corps qu'il environne, je trouvai l'explication que je viens de donner, dont cette prémière idée est le germe. J'aurois donc voulu pouvoir citer l'Auteur de qui je la tiens; mais quelque recherche que j'aie faite, il m'a été impossible de le retrouver.

J'ai vu depuis, une idée qui a beaucoup de rapport à celle-là, dans le Mémoire de M. *Cigna* que j'ai déja cité dans la note précédente: la cause du réfroidissement par l'évaporation lui paroit provenir, de ce que *la chaleur des liqueurs volatiles se dissipe plus promtement par les vapeurs, que sa perte n'est réparée par la chaleur des corps voisins*, (Misc. Taur. Tom. alter. pag. 164).

M. *Cigna* fait aussi intervenir la dissipation de la *chaleur*, dans l'explication du *maximum* de la *chaleur* de l'eau bouillante; mais il lui attribuë plus d'influence que moi, car il en fait une des causes de *l'ébullition* même, un *liquide bout*, dit-il, *quand par l'augmentation de la chaleur, son évaporation est augmentée à tel point qu'ils dissipe autant de chaleur qu'il lui en est ajouté*, (*ut tantum caloris dissipet, quantum adjicitur* pag. 161.)

le montre l'expérience. Nous en avons ſurtout de bien intéreſſantes dans ce genre, par les ſoins de M. *Beaumé* Apoticaire de *Paris* (*b*). Les vrais amateurs de la phyſique ont dû les voir paroître avec bien de la ſatisfaction : car c'eſt un riche fond, que des expériences bien faites & très variées, ſur des objets où la Nature ſemble être capricieuſe.

Difficultés dans cette Théorie du *réfroidiſſemens* des corps dans *l'air* plus ou moins *denſe*.

973. Cette Théorie du *réfroidiſſement* des corps en général dans un *air* plus ou moins denſe, eſt encore je l'avouë ſujette à. des difficultés, par la grande varieté des effets du *feu* ſur les corps d'eſpèces diverſes. Je ne ſais pas par exemple ſi nous nous faiſons une juſte idée de ce que c'eſt que *l'égalité* ou la *différence* de *chaleur* dans des corps de différente nature, dès que nous voulons pénétrer au delà des apparences, ou des indications du Thermomètre. Il eſt très peu probable que des corps différens, que nous diſons *également chauds*, parce qu'ils tiennent le Thermomètre au même *degré*, contiennent la même quantité de *feu*, ſous le même volume, ou même dans des maſſes égales. Nous ignorons s'il n'y a pas des corps qui ſont *indifférens* au feu; c'eſt-à-dire, dans les pores deſquels le *feu* ne ſe loge, que comme il s'étend dans tous eſpace libre ; tandis qu'une ſeconde eſpèce le *repouſſe*, & une troiſième *l'attire*. En général, je croirois que *l'égalité de la chaleur* dans des corps de différente nature, n'eſt autre choſe, qu'une égale réſiſtance à ſe dépouiller du *feu* qu'ils contiennent, & à en recevoir de nouveau.

Les *pertes* que *l'eau bouillante* fait de ſa *chaleur* doivent être en raiſon inverſe de la *denſité* de *l'air*.

974. Je me borne à cette légère eſquice des principes qui m'ont dirigé dans mes recherches ſur les différences de la *chaleur* de *l'eau bouillante*; pour neregar der plus que comme un fait, ce phénomène qui m'en paroit découler, ſavoir, que *l'eau*, plus *chaude* que *l'air*, perd d'autant plus promtement ſon excès de *chaleur* ſur lui, qu'il eſt plus *rare*. D'où il réſulte, que les *pertes* que *l'eau bouillante* fait continuelle-

(*b*) Tom V. des *Memoires préſentés à l'Acad. roy. des ſc. de Paris*. 4°. pag 425. En conſultant ce Mémoire à l'occaſion de mes expériences, j'ai vu que celles de M. *Beaumé* l'avoient conduit à une idée qui a quelque rapport avec la mienne ſur les diminutions de la *chaleur* de l'eau bouillante correſpondantes aux abaiſſemens du Baromètre ; quoi qu'elle ſoit fondée ſur des principes différens.

tinuellement de sa *chaleur* doivent être en raison inverse de la *densité* de *l'air*.

Conséquences.

975. En réunissant ce principe, avec ce que j'ai dit ci-devant de la grandeur de ces *pertes*, j'en tirai d'abord ces deux conséquences générales :

La diminution de la *chaleur* de *l'eau bouillante* correspondante à celle de la *hauteur* du *Baromètre*, provient en partie de ce que *l'eau* perd plus de *chaleur*.

1°. Que la *diminution* de *chaleur de l'eau bouillante* correspondante à *l'abaissement* du Baromètre, ne provenoit pas toute, de ce qu'elle *s'échauffoit* moins, par une moindre *pression* de l'*air*; mais que cette *diminution* étoit duë en partie, à ce que l'*eau perdoit* plus, dans un même tems, de la *chaleur* qu'elle *recevoit* par un de ses côtés, lorsqu'elle communiquoit par l'autre avec un *air* moins *dense*.

Ces *pertes* doivent être en *progress. harm.* quand les décroissemens de de la *densité* de *l'air* sont en *prog. arithm.*

Et que puisque cette *perte* de chaleur étoit en raison inverse de la *densité* de *l'air*; elle devoit suivre une *progression harmonique*, quand la *densité* de *l'air* décroissoit en *progression arithmétique*.

Différence de cette *Loi* avec celle des décroissem. de la *chaleur* de *l'eau bouillante*.

Je dois faire remarquer, que cette *progression harmonique* n'est pas la même que j'ai trouvée par mes expériences, & dont je cherchois la cause (967). Car ce que j'ai trouvé, c'est que les *différences* de la *chaleur de l'eau bouillante* suivent une *progression harmonique*, quand les *hauteurs du Baromètre* sont prises en *progression arithmétique*: & maintenant, ce seroit les *pertes* même de *chaleur*, & non des *différences*, qui suivroient une *progression harmonique*, quand les *densités de l'air* seroient prises en *progression arithmétique*.

Combinaison qui produit la derniere de ces *Loix*.

Mais les *différences* des *pertes* que *l'eau bouillante* fait de sa *chaleur* par les divers degrés de *densité* de *l'air*, ne sont pas la seule cause de ses *différences* totales de *chaleur* correspondantes aux variations du Baromètre : une portion de ces *différences* totales, provient de celles de la *pression* de *l'air*; c'est-à-dire que plus *l'eau* est comprimée, plus elle contracte de *chaleur* avant de *bouillir*; & réciproquement : & cette portion des *différences* totales de la chaleur de l'eau bouillante, doit être proportionnelle aux différences des *pressions* (969). Nous aurons donc deux *suites* à additionner terme à terme; la *suite* des *différences* de la *progression harmonique* des *pertes* de *chaleur*; & *celle* des *différences* de la *progression arithmétique* des *acquisitions* de chaleur : &

& ces deux *ſuites* peuvent être telles, que les ſommes de leurs *termes* correſpondans ſucceſſifs, donnent *ſenſiblement*, dans l'obſervation, des *termes* d'une *progreſſion harmonique*, comme je l'ai trouvé par l'expérience.

2°. Par une conſéquence néceſſaire des mêmes principes, & qui ſe trouve intimément liée avec la précédente; le *degré de chaleur* que *l'eau* peut ſupporter ſans *bouillir*, doit être ſenſiblement plus grand, que celui que *l'eau bouillante* conſerve dans l'air libre.

L'eau doit recevoir plus de *chaleur* qu'elle n'en *conſerve* lorſqu'elle *bout*.

976. J'avois déja une preuve directe de cette derniére conſéquence, dans un phénomène que j'ai rapporté ci-devant, ſans l'expliquer, parce que je n'y voyois alors moi-même que le fait. Je veux parler des Thermomètres *d'eſprit-de-vin*, qui peuvent ſupporter la *chaleur* de *l'eau bouillante* (423 *c*), quoique cette prémière liqueur, échauffée dans un vaſe ouvert, *bouille* par un degré de chaleur beaucoup moindre (443 *b*). Je me rappellai ce phénomène ſingulier, à l'occaſion de mes nouvelles idées ſur *l'ébullition*; & je fus perſuadé, que *l'eſprit-de-vin* renfermé dans des verres de Thermomètres, n'y ſupporte ſans *bouillir* une *chaleur* beaucoup plus grande que celle qu'il avoit en *bouillant* dans les vaſes ouverts; que parce que dans ceux-ci, il *perd* ſucceſſivement une grande partie de la *chaleur* qu'il *acquiert* par l'action du *feu*; aulieu que dans les verres de Thermomètres, étant preſqu'entièrement environné de la cauſe qui l'échauffe, & ne communiquant avec l'air que par l'extrémité d'une colonne fort mince, il conſerve ſenſiblement toute la *chaleur* qu'il reçoit. Je regardai donc ce phénomène, comme une prémière preuve en faveur de mon opinion ſur la quantité de chaleur néceſſaire pour que *l'eau* devienne bouillante.

Prémière preuve tirée des Thermom. *d'eſprit de-vin.*

977. J'étois chez un de mes amis à la campagne, lors que j'imaginai ce ſyſtème: & dans ce lieu, où le loiſir l'avoit fait naître, j'étois dépourvu des inſtrumens qui me parûrent d'abord néceſſaires pour le vérifier. Cependant, l'impatience de conſulter la nature, me ſuggéra un moyen de voir bientôt ce que je devois attendre de ſa déciſion.

Seconde preuve, par une nouvelle expérience.

 Il

Cette expérience est décisive sur le fondement du système.

Il falloit nécessairement, comme je viens de le dire, pour que mon système fût fondé, que *l'eau* pût supporter *sans bouillir*, une *chaleur* sensiblement plus grande, que celle de *l'eau qui bout* dans le même air. Mais en même tems, s'il y avoit entre ces deux degrés de *chaleur* une différence sensible; il s'ensuivoit nécessairement, que celui de *l'eau bouillante*, étoit comme je l'avois pensé, l'excès de la *chaleur* qu'elle *reçoit*, sur celle qu'elle *perd*. En un mot tout mon système devenoit une suite de conséquences de cette prémière cause, dont il falloit constater l'existence avant tout.

Préparation.

Pour cet effet je fis *bouillir* de *l'eau* sur un grand *feu*. Je plongeai dans le vase qui contenoit cette eau, l'une des branche d'une pincette, de manière que l'extrêmité de l'autre branche pût être environnée de charbons ardens. Cette extrêmité étant devenuë rouge, communiqua au reste de la même branche, une chaleur dont la dégradation étoit propre à mon but. Je laissois tomber des goutes d'eau le long de cette branche: elle étoit fortement repoussée dans les parties les plus voisines du *feu*: plus haut elle s'attachoit à la branche, mais elle bouilloit dans l'instant: en remontant toûjours plus, je trouvai les confins de la chaleur nécessaire à *l'ébullition*; c'est-à-dire des points, voisins l'un de l'autre, à l'un desquels la goute d'eau bouilloit à peine, & à l'autre elle cessoit de bouillir & s'évaporoit seulement avec beaucoup de rapidité.

Expérience.

978. Certain alors de trouver, & très promptement, le degré de *chaleur* que je cherchois, je retirai la pincette, & je pressai aussitôt entre mes doigts, la partie qui sortant de l'*eau bouillante*, où elle étoit restée longtems, en avoit sûrement acquis le degré de *chaleur*. Je pus la tenir pendant quelques secondes, avant qu'elle me devînt insupportable. Jettant ensuite des goutes d'eau le long de l'autre branche, je voulus pincer de même avec mes doigts la partie où les goutes cessoient à peine de bouillir; mais je les retirai bientôt, cette chaleur me fut insupportable au prémier instant.

La *chal.* que reçoit *l'eau bouil.* est sensiblement plus grande que celle qu'elle conserve.

Je

Je réiterai plusieurs fois cette expérience; tantôt en commençant, comme la prémière fois, par la *chaleur* de *l'eau bouillante*; d'autre fois par celle qui suffisoit à peine pour la faire *bouillir*: & toûjours cette dernière me fut insupportable; tandis que la prémière ne me forçoit d'abandonner la pincette qu'au bout de quelques secondes. Ce dernier phénomène, paroît d'abord contraire à l'idée qu'on a de l'impression de *l'eau bouillante* sur la peau. Mais outre que l'eau s'y applique bien plus parfaitement qu'un corps dur; l'intérieur des doigts, endurci par l'usage, est bien moins sensible que les autres parties de la peau. Répétition de la même expérience.

Je vis donc clairement par cette expérience, toute grossière qu'elle étoit, que *la chaleur nécessaire pour faire bouillir l'eau*, ou ce qui est la même chose, *la chaleur qu'il faut que l'eau contracte pour bouillir*, est sensiblement plus grande, que *celle que conserve la masse d'eau qui bout dans l'air libre*; & que parconséquent la *masse d'eau* perd dans l'air la différence de ces deux quantités de chaleur; c'est-à-dire que celle qu'elle conserve, quoique fixe dans un même état de l'air, est *l'excès de la chaleur qu'elle reçoit, sur celle qu'elle perd.* Conséquences qui sont d'accord avec le systême.

979. Mon hypothèse se trouvoit donc confirmée dans sa partie principale par cette prémière expérience; & il ne s'agissoit plus que de chercher, quel étoit le degré de chaleur que l'eau devoit acquérir pour bouillir dans un certain état de l'air, par exemple quand le mercure se soutient à 27 *pouces* dans le Baromètre. Recherches à faire pour le déterminer.

Je suis parvenu à le découvrir; j'ai été même plus heureux; j'ai découvert le degré de chaleur que l'eau peut acquérir dans le *vuide*; & j'ai pû ainsi déterminer les effets distincts de la *pression* & de la *densité* de l'air sur *l'eau* qui *bout*. Mais de toutes mes expériences sur le Thermomètre, il n'en est aucune qui m'aît consumé plus de tems, ni occasionné tant d'ennui & d'impatience. Je me garderai bien de fatiguer mes Lecteurs par le recit de tous les détails de ces tentatives: mais je crois nécessaire de rapporter celles qui ont successivement éclairci mon objet. On ne sauroit trop éclairer les nouvelles routes.

CHAPITRE VIII.

Expériences tentées pour déterminer le degré de chaleur *néceſſaire pour faire* bouillir l'eau.

Néceſſité d'avoir dans ces nouvelles expérience un moyen de connoître le degré de *chaleur* appliqué à *l'eau.*

980. J'avois beſoin dans les expériences que j'avois projettées, de pouvoir appliquer à *l'eau*, des degrés de *chaleur* plus grands que celui de *l'eau bouillante*, & en même tems ſuſceptibles d'être meſurés. J'imaginai d'employer quelque huile à cet uſage; parce que je pouvois lui faire contracter les différens degrés de *chaleur* dont j'avois beſoin, & les meſurer au moyen d'un Thermomètre. Voici donc ce qu'il y a eu de commun à toutes mes expériences.

Moyen employé.

981. Je rempliſſois d'*huile* de noix, un vaſe dont le diamètre, à peu près égal à la hauteur, étoit d'environ 6 *pouces*; & j'avois un moyen de ſuſpendre ſolidement dans cette *huile*, un Thermomètre de mercure, dont la boule étoit iſolée, & l'échelle attachée ſeulement au tube. La diviſion de cette Echelle étoit de 80 *degrés* entre les points correſpondans à la *glace qui fond*, & à *l'eau bouillante quand le Baromètre eſt à 27 pouces.* Pour la commodité de l'expreſſion, j'appellerai *degrés de chaleur*, ces *parties* du Thermomètre, comptées depuis le point correſpondant à *la glace qui fond.* Je nommerai donc *chaleur de 80 degrés*, celle de l'*eau qui bout quand le Baromètre eſt à 27 pouces.*

Définition de l'expreſſion, *degrés de chaleur.*

Précaution pour l'exactitude dans ces expériences.

Lorſque je voulois faire une expérience, je faiſois chauffer ou réfroidir l'*huile* lentement; & je la remuois en tout ſens & continuellement lorſque le moment de l'obſervation approchoit. Par ce moyen, les différens corps que je mettois dans cette *huile*, acquéroient, autant qu'il étoit poſſible, le degré de *chaleur* indiqué par le Thermomètre plongé dans l'*huile* avec eux. Ces précautions ſeront toûjours ſous entendues.

Pré-

Prémière Expérience.

982. Je mis dans l'*huile*, le vase qui m'a servi à toutes mes observations de la chaleur de l'eau bouillante, & avec la même quantité d'*eau*. L'*huile* embrassoit tout le fond du vase; c'est-à-dire la partie qui dans mes observations avoit été exposée à l'action immédiate du feu de charbons. Un Thermomètre de mercure, plongé dans l'*eau* de ce vase, m'indiquoit sa température; elle étoit d'abord, comme celle de l'air, à 6 *degrés*.

Eau dans un grand vase, environnée en partie d'*huile* chaude.

J'entretins l'*huile* pendant plusieurs heures à la chaleur de 80 *degrés*, ou à très peu près en plus ou en moins. L'*eau* demeura deux heures à acquérir sa plus grande chaleur, qui fut de 59 *degrés*: elle ne passa jamais ce point, tant que l'*huile* n'eut que 80 *degrés* de chaleur. Quand l'*huile* s'échauffoit davantage; la chaleur de *l'eau* augmentoit: elle diminuoit au contraire, lorsque l'*huile* se réfroidissoit un peu: & toûjours, quand les variations de la chaleur étoient lentes, la température de *l'eau* étoit sensiblement la même dans toutes les parties de sa masse.

Différence de la *chaleur* de cette *eau* à celle de l'*huile*.

Cette expérience prouve déja, qu'une masse *d'eau*, peut avoir une *chaleur* également distribuée, permanente, & cependant beaucoup moindre que celle de la *lame* sensiblement indivisible, à laquelle le feu s'applique immédiatement. Mais il n'y a rien encore ici de déterminé.

L'eau ne contracte pas la même *chaleur* que sa *prémière lame* qui touche le *feu*.

Je fis d'autres expériences sur de moindres quantités *d'eau*, exposées toûjours à la *chaleur de* 80 *degrés*; dont il suffit de dire, qu'à mesure que la quantité *d'eau* devenoit moindre, son degré constant de *chaleur* étoit plus grand; mais très peu, comme on va le voir.

Seconde Expérience.

La même expérience repétée avec *l'eau* plus environnée de *l'huile* chaude.

983. Je ne mis de *l'eau* dans mon vase qu'à la hauteur de *l'huile*. Ainsi la portion de la surface de *l'eau* qui recevoit la chaleur de *l'huile* au travers du vase, étoit à celle qui communiquoit avec l'air dans le vase, à peu près comme la surface d'un hémisphère est à celle d'un grand cercle de la même sphère : la prémière étoit donc à peu près double de la dernière.

La *chaleur* de *l'eau* augmente peu par ce changement, comparativement à celle de *l'huile*.

La *chaleur* constante de cette *eau*, exposée pendant longtems à celle de 80 *degrés*, fut de 62 *degrés* seulement. Elle ne surpassa donc que de 3 *degrés*, la chaleur que *l'eau* avoit acquise lorsqu'elle s'élevoit de plus de 6 *pouces* au dessus du niveau de l'*huile*.

Voici la suite de cette expérience, pendant une augmentation très lente de la chaleur de *l'huile*.

Chaleur de *l'huile*.	. . *dans les mêmes momens* . . .	Chaleur de *l'eau*.
97	. . . .	71
102	. . . .	74
106	On entend de petits *sifflemens* entrecoupés dans l'eau.	76
109	Les *sifflemens* sont continuels.	77
112	La surface de l'eau est *ondoyante*, par une petite ébullition qui part des bords de *l'eau* au contact du vase. . .	$78\frac{1}{4}$
121	*L'eau* bout.	80

Par un *réfroidissement* lent.

120	*L'eau* bout encore.	80
119	L'ébullition s'affoiblit.	$79\frac{1}{4}$
111	La surface de *l'eau* est encore ondoyante. .	78
108	Il n'y a plus que des *sifflemens* dans l'*eau*. .	77
104	Les *sifflemens* cessent.	76

984

984. Cette expérience me prouva mieux encore que la précédente, combien la chaleur d'une masse *d'eau*, diffère toûjours de celle qui lui est appliquée, même par une grande surface, tant qu'elle communique avec l'air. Mais je n'y cherchai point de détermination; parce que je sentois que la partie de mon vase qui s'élevoit au dessus de *l'huile*, étant fort chaude, quoiqu'elle perdît continuellement de sa chaleur dans l'*air*, il en résultoit, que la surface intérieure du vase qui touchoit *l'eau*, ne devoit jamais acquérir toute la chaleur de la surface extérieure qui touchoit *l'huile*. Il est certain aussi, que la lame *d'eau* qui étoit appliquée contre la surface intérieure du vase, ne contractoit pas même toute la chaleur qui parvenoit à cette surface; parce qu'elle transmettoit rapidement à toute la masse de *l'eau*, celle qu'elle acquéroit. Conséquence. Défaut de cette expérience.

985. Cependant je n'imaginois encore que des moyens analogues à celui-là, pour chercher le degré de chaleur que peut contracter *l'eau*, ou celui qu'elle reçoit réellement par la surface exposée à l'action du feu, quand elle *bout*. Je ne cherchai donc d'abord qu'à perfectionner le même genre d'expérience: & présumant de réussir mieux sur des *goutes d'eau*, que sur de plus grandes masses; je revins à la forme que j'avois d'abord employée à la campagne; en cherchant seulement à connoître le degré de chaleur qu'auroit le corps sur lequel je jetterois ces *goutes*. Prémière idée de correction.

Troisième Expérience.

986. J'avois besoin pour cet expérience, d'un petit vase qui fût profond & extrêmement mince; & j'en trouvai un très propre à mon but: C'étoit un petit gobelet d'or, d'environ 15 *lignes* de profondeur; le diamètre de son embouchure étoit d'environ 1 *pouce*; il alloit en diminuant vers le bas. Je fis tenir ce vase dans *l'huile*, enfoncé jusqu'à 1 *ligne* de distance du bord: j'y mis un couvercle de métal, dont je tournai la cavité vers le haut, pour pouvoir le remplir *d'huile* chaude. Je fixai auprès du fond du vase d'or, la boule du Thermomètre qui étoit plongé dans *l'huile*; & quand celle-ci eut acquit le degré de chaleur convenable; Expérience par des *goutes d'eau* reçues dans un vase dont on pouvoit connoître le degré de *chaleur*.

ble; j'en remplis le couvercle, pour empêcher, autant qu'il étoit possible, le réfroidissement de la surface intérieure du vase. J'enlevois de tems en tems ce couvercle, & je laissois tomber des *goutes d'eau* sur le fond du vase: elles étoient prises dans un vase où l'eau bouilloit, afin qu'elle pût acquerir plus promptement la chaleur du vase d'or. L'ébullition de ces *goutes* étoit indiquée, non seulement par le *bruit* qu'elles faisoient à l'instant qu'elles touchoient le vase, mais parce qu'elles étoient aussitôt traversées par des bulles de vapeurs, qui partoient de la surface inférieure & venoient crever à la surface supérieure; & la *goute* étoit bientôt dissipée en vapeurs.

Les *goutes d'eau* ne *bouilloient* que par une *chaleur* de 101 *degrés*.

987. Je n'apperçus jamais aucune *ébullition* dans ces *goutes d'eau*, tant que la chaleur de *l'huile* fut audessous de 101 *degrés*. Mais à ce point, les *goutes* faisoient un petit *bruit* en touchant le vase. Si *l'eau* étoit à la température de l'air, les *goutes* ne faisoient point de *bruit* par ce degré de de chaleur.

Doute sur l'exactitude de cette détermination.

988. Dans le tems même que je faisois ces expériences, il me vint encore des doutes sur l'exactitude de la détermination qui sembloit en résulter; c'est-à-dire que je doutai, qu'il fallût réellement que *l'eau* contractât 101 *degrés* de *chaleur*, pour *bouillir*. La petitesse de la masse *d'eau*, propre à lui faire acquérir promptement la *chaleur* du vase, faisoit en même tems que la *chaleur* la traversoit sans peine & se dissipoit dans l'air. Le vase lui-même en dissipoit par son bord qui s'élevoit audessus de *l'huile*; & quoiqu'il restât couvert dans l'intervalle des expériences, il falloit le découvrir pour y jetter les *goutes d'eau*; or dès qu'il étoit découvert, sa surface intérieure devoit un peu se réfroidir. Par ces trois causes, *l'eau* ne pouvoit pas contracter toute la *chaleur* qui étoit indiquée par le Thermomètre.

Nouvelle expérience projettée par le *pétillement* de *l'eau* dans *l'huile* chaude.

989. Tandis que je réfléchissois sur ces causes d'erreur, une *goute d'eau* que je voulois laisser tomber dans mon petit vase, tomba dans *l'huile*, & se mit à *pétiller*. Ce phénomène me fournit aussitôt l'idée d'une nouvelle expérience, plus exacte que la précédente: car ces *petillemens*, n'étant que l'ébullition de *l'eau*; j'étois sûr que, dans cet état, elle ne perdroit point de la *chaleur* qu'elle acquerroit; puis qu'elle en feroit

seroit environnée de toute part au même degré. Je cherchai donc à découvrir, quel degré de chaleur devoit avoir *l'huile*, pour faire *pétiller l'eau*.

Quatrième Expérience.

990. Je suspendis dans mon *huile*, une tasse d'argent, dont les bords étoient peu relevés, & dont le fond étoit plat & brillant. J'indique cette dernière circonstance, parce que le brillant de ce fond, réfléchissant la lumière, suppléoit au peu de transparence de l'*huile*, & me faisoit voir plus distinctement ce qui s'y passoit. La tasse avoit deux anses, qui s'appuyoient contre les parois latérales du vase qui contenoit *l'huile*; tellement que cette tasse étoit suspenduë sur ses anses, comme sur deux pivots; & que je pouvois la faire balancer pour agiter l'*huile*. Mon Thermomètre, suspendu sur le milieu de la tasse, pouvoit s'approcher de très près de son fond, sans qu'elle le heurtât quand je la faisois balancer. Je préférai le fond de cette tasse, à celui du vase même qui contenoit l'*huile*; parce que je pouvois mieux déterminer sa température. Et pour y parvenir d'autant plus sûrement; j'ôtois l'*huile* de dessus le feu, & je l'agitois en faisant balancer la tasse, avant d'y jetter les *goutes d'eau*. **Préparation.**

991. Les *goutes d'eau* jettées dans cette *huile*, chaude à 101 *degrés*, *pétilloient* très fréquemment : elles s'élevoient alors jusqu'à la surface de *l'huile*; puis elles retomboient, & ressautoient encore, & toûjours avec bruit. **Effet de l'eau jettée dans l'huile chaude.**

Ces *pétillemens* étoient occasionnés par l'explosion de bulles, qui se formoient sous la *goute d'eau* au contact du vase. Ces bulles, qui certainement étoient de vapeurs acqueuses, s'enfloient tout-à-coup, & chassoient les *goutes d'eau* en crevant. Tantôt elles les lançoient verticalement; d'autres fois dans des directions diversement inclinées; & toûjours la bulle venoit sortir à la surface de *l'huile*. Quand l'*huile* étoit plus chaude que 101 *degrés*, il arrivoit quelquefois, que des *goutes*, après avoir été lancées du fond de la tasse, faisoient de nouvelles explosions dans leur route, & plusieurs fois de suite; ce qui les faisoit voltiger dans l'*huile* en ziczac. **Cause de son *pétillement*.**

Vapeurs qui s'élèvent des *goutes d'eau.*

992. Quand la chaleur étoit audessous de 89 *degrés*, les *goutes d'eau*, sans sauter, produisoient par leur sommet une file de petites bulles de vapeurs, qui montoient à la surface de l'huile; & ces *goutes* s'évaporoient ainsi peu à peu. Cette évaporation sensible commençoit ordinairement quand l'huile avoit 87 *degrés* de chaleur; rarement au dessous. Les *goutes d'eau* continuoient à produire de ces files de vapeurs, dans les intervalles des explosions, quand la chaleur de l'*huile* étoit audessus de 89 *degrés*; elles ressembloient alors à des grenades dont la fussée brule avant qu'elles éclatent: & quand il y en avoit un grand nombre dans cet état, elles produisoient un spectacle assez amusant.

La *chaleur* nécessaire pour produire le *pétillement* des *goutes d'eau*, est de 89 à 90 *degrés.*

993. Je regardai d'abord comme une détermination exacte, celle qui résultoit de cette dernière expérience; c'est-à-dire que je crus, que la chaleur de 89 à 90 *degrés*, étoit celle que *l'eau* devoit contracter pour commencer à *bouillir*, quand le Baromètre est à 27 *pouces*, comme il l'étoit durant cette expérience. J'ai été confirmé depuis dans cette conclusion; mais alors il me vint des scrupules sur sa certitude; tant à cause de quelques variétés que je remarquai en répétant la même expérience; que par sa nature même. Ces *goutes d'eau*, renfermées dans l'*huile*, pouvoient être dans un état particulier; & je craignis d'en tirer une conséquence trop générale. Je dois à ces scrupules, d'avoir poussé mes découvertes sur le mécanisme de *l'ébullition de l'eau*, bien plus loin que je ne m'en étois flatté.

Doutes sur cette détermination, considérée comme celle de la *chaleur* qui doit contracter *l'eau* pour *bouillir.*

Projet de nouvelles expériences, pour procurer à une masse *d'eau*, toute la *chaleur* qu'elle peut supporter.

994. La route qui me parut la plus propre à éviter toute équivoque; fut de chercher à garantir *l'eau* de la dissipation qu'elle fait dans *l'air* d'une partie de sa *chaleur* quand on la fait chauffer à la manière ordinaire; afin que par là, toute sa masse pût contracter à la fois le degré de *chaleur* nécessaire à la faire *bouillir*; & d'avoir un Thermomètre dans cette *eau*, qui pût m'indiquer son degré de chaleur. Un matras me parut d'abord propre à mon but. J'en pris un dont la boule avoit 3 *pouces* de diamètre; celui de son col, long de 7 ou 8 *pouces*, n'étoit que de 4 à 5 *lignes*. Voici l'expérience à laquelle je l'employai.

Cinquième Expérience.

995. Je remplis d'*eau* mon *matras*, jusqu'à la naissance de son col : j'y introduisis un Thermomètre, & je mis le *matras* dans *l'huile*, en l'y enfonçant jusqu'à niveau de *l'eau* qu'il renfermoit. J'inclinai son col, pour que *l'eau* en bouillant, ne tombât pas dans *l'huile* : quelques inattentions à cet égard, m'ont couté des brulures au visage. *Eau dans un matras, environnée d'huile chaude.*

La chaleur de *l'huile* étant à 84, & celle de *l'eau* à 80 ; celle-ci monta tout-à-coup rapidement dans le col du *matras*, & lança au loin une *bouffée* d'eau & de vapeurs : après quoi le reste de l'eau, demeura tranquille dans le *matras*.

Voici la suite de cette expérience ; *l'huile* s'échauffant très lentement : je copie les notes que je faisois durant l'expérience.

Chaleur de l'*huile* autour du *matras*.		Chaleur de *l'eau* dans le *matras*.
86	L'eau n'attint plus le col du *matras* : elle produit de tems en tems de grosses bulles.	81
86	Elle vient de jetter une *bouffée*, & elle a encore diminué dans le matras. . .	80
88	Elle est tranquille ; seulement elle produit de tems en tems de grosses bulles. .	$82\frac{4}{5}$
96	Elle lance de tems en tems des *bouffées* dans le col du *matras*, mais qui ne sortent pas : elle reste tranquille dans les intervalles.	$82\frac{1}{2}$
96	Elle vient de lancer une *bouffée* hors du col, & n'occupe plus que la moitié de la boule.	$81\frac{1}{2}$
100	Elle s'élance de tems en tems, sans qu'il en sorte du *matras* : dans les intervalles elle est parfaitement en repos. . .	$81\frac{7}{8}$

Elle a plus de chaleur avant de bouillir, qu'elle n'en conserve en bouillant.

112	Elle *bout* : c'est-à-dire qu'elle est dans une agitation continuelle, & qu'on entend un bruit, qu'on n'entendoit pas auparavant.	81½

L'huile se réfroidissant lentement.

88	*L'eau* n'occupe plus qu'un tiers de la boule; elle est sans mouvement, & ne produit même aucune bulle.	81½
81	Elle est toûjours dans le même état. . . .	80

Quoique cette expérience ne m'offrît rien de déterminé ; elle m'éclaira beaucoup sur la route que je devois prendre pour parvenir à mon but. Les réflexions qu'elle me fit naître, feront la matière du Chapitre suivant.

CHAPITRE IX.

*Prémières idées sur l'effet de l'*air *& des* vapeurs *dans l'*eau *qui s'échauffe, & sur les causes de l'*ébullition.

Difficulté dans ces Expériences, provenant de *l'air* renfermé dans *l'eau*, & des *vapeurs* qu'il occasionne.

996. LA dernière expérience que je viens de rapporter, me fit découvrir le plus grand obstacle que j'avois à surmonter dans mes recherches: savoir, le développement de *l'air* dans l'eau qui s'échauffe; & la production des *vapeurs* internes, que ce développement de *l'air* occasionne, sans qu'il y aît encore de vraie *ébullition*.

Exemple tiré des verres de Thermomètres, qu'on remplit de liqueurs.

997. Je demêlai d'autant plus aisément cette cause; que j'avois eu à la vaincre, pour obtenir des Thermomètres de liqueurs acqueuses qui puissent supporter la chaleur de l'eau bouillante: j'en ai déja fait mention en parlant de ces Thermomètres (423 *k & suiv.*). Mais comme j'ai éprouvé bien plus fortement l'effet de cette cause dans les expériences que j'ai à rapporter, j'en parlerai ici un peu plus au long.

L'eau ne se *vaporise* que dans les parties où elle n'est pas continuë.

998. La chaleur *vaporise* l'eau; mais cet effet n'est jamais produit dans l'intérieur d'une masse d'eau qui reste continuë: les *vapeurs* ne peuvent se détacher de *l'eau*, qu'à sa surface, ou dans tel autre partie où il se fait une solution de continuité.

tinuïté. Tant que les particules *d'eau* se touchent de toute part; le *feu* ne fait que circuler dans leurs interstices. Mais à la surface; ou dans tout autre point où quelques particules d'eau ne sont pas appuyées contre d'autres, ou contre quelqu'autre corps qui soit au moins également résistant; le feu détache ces particules; il les entraine avec lui, & forme avec elles cette espèce de fluide élastique que nous nommons *vapeurs*.

Une partie de l'air contenu dans l'eau y est privé de son élasticité.

999. *L'eau*, telle que nous l'employons aux usages ordinaires, contient, comme on le sait, une grande quantité *d'air*. Mais tout cet *air* ne jouït pas de son *élasticité*: il n'y en a qu'une partie qui soit actuellement *élastique*; c'est celle que nous voyons sortir de *l'eau*, en bulles plus ou moins grosses, dans un récipient dont on pompe l'air.

L'air qui jouït de son élasticité, se dégage de l'eau quand on la décharge du poids de l'Atmosphère.

Je dis qu'il n'y a que *l'air* qui jouït actuellement de son *élasticité*, qui puisse se dégager sous les récipiens vuides d'air: car c'est à l'égard de cette partie seule de *l'air* renfermé dans *l'eau*, que la suppression du poids de l'air extérieur produit un changement efficace: ses petites pelotes étant comprimées par le poids de l'Atmosphère, éprouvent trop de résistance à séparer l'eau pour s'en dégager, à cause de la grandeur de leur surface comparativement à leur volume. Mais dès qu'on les délivre de la pression de l'Atmosphère; elles se dilatent, & leur volume augmentant dans un rapport plus grand que leur surface, elles éprouvent moins de frottement dans *l'eau*, & elles y montent par leur legéreté rélative. Mais il ne peut se faire de dilatation, dans *l'air* qui ne jouït pas de son *élasticité*. Il reste donc immobile, quand même on décharge du poids de l'Atmosphère *l'eau* qui le contient (1018): ses particules engagées dans les pores de *l'eau*, ne font aucun effort pour en sortir; & elles n'acquièrent la force expansive dont elles sont susceptibles, que lorsque quelque force étrangère divise *l'eau*, ou fait passer ces particules d'un *ordre* de pores où elles étoient gênées, dans un autre *ordre* où elles ont de l'espace pour se mouvoir (413 *e*): ou généralement, quand quelque cause leur rend cette *élasticité* qu'elles avoient perduë.

Celui qui n'en jouït pas, n'éprouve point de changement.

Le Feu dégage cet air.

1000. Le *feu* est une de ces causes: ce qu'il y a de certain du

du moins; c'eſt qu'il fait produire de nouvel *air*, à l'eau qui étoit reſtée longtems dans le *vuide*; non pas une ſeule fois, & dans un court eſpace de tems; mais pendant longtems, chaque fois qu'on l'y applique. Cette dernière circonſtance prouve, que l'effet du *feu* n'eſt pas uniquement de dilater des bulles *d'air*, trop petites pour ſurmonter le frottement de *l'eau*, quoique déchargées du poids de l'air extérieur: car il les dégageroit toutes en même tems dès qu'elles auroient acquis une *chaleur* ſuffiſante: aulieu qu'il arrive ſouvent, qu'une *chaleur* moindre que celle qui a été appliquée à l'*eau* pluſieurs fois, lui fait produire de nouvel air.

Différences dans ſes effets.

1001. Cet effet eſt ſuſceptible de bien des degrés différens. Ainſi, 1°. Le *feu* en quantité plus ou moins grande, agit plus ou moins ſur *l'air*, que je regarde comme empriſonné dans certains pores de *l'eau*, pour lui rendre ſon *élaſticité* en le faiſant paſſer dans des pores plus grands. 2°. Cette action eſt de nature à être ſucceſſive: parce que les particules *d'air* délivrées par le *feu*, facilitent la libération d'autres particules. Ainſi, le plus ou moins de durée de l'action du *feu*; doit rendre *l'élaſticité* à une plus ou moins grande quantité *d'air*. 3°. *L'air* qui commence à reprendre ſon élaſticité; que je conçois comme commençant à ſe trouver dans un eſpace un peu plus grand; contribue plus ou moins lui-même à ſon entier dégagement, ſuivant que les parois contre leſquelles il agit alors, lui oppoſent plus ou moins de réſiſtance. Ainſi, moins *l'eau* eſt chargée, plus l'action du *feu* eſt ſécondée par *l'air* intérieur lui-même, qui commence à reprendre quelque *élaſticité*, pour achever ſa libération des pores de *l'eau*. 4°. *L'air* qui a perdu ſon *élaſticité* dans les pores de *l'eau*, peut être plus facilement délogé en certains momens, que dans d'autres: des opérations précédentes du *feu*, ſuſpendues trop tôt, peuvent avoir préparé la ſortie d'une certaine quantité de particules d'air, ſans qu'elles ayent été entièrement délivrées. Ainſi, ce qu'aura commencé un certain degré de *chaleur*; un degré moindre pourra l'achever. Voila quatre cauſes diſtinctes de plus ou de *moins*, qui ſe combinent dans les phénomènes, & dont on verra les effets dans les expériences que je rapporterai.

1002.

1002. Les bulles *d'air* qui se forment dans *l'eau*, rompent sa continuïté (998); & si *l'eau* est pénétrée d'une quantité de feu suffisante, à proportion de la grosseur des bulles *d'air* & du poids dont elles sont chargées; les bulles se remplissent de *vapeurs*; elles s'enflent par là, & viennent crever à la surface de *l'eau*, si elles ne sont pas retenues en chemin (1019). Ainsi la formation des *vapeurs* dans l'intérieur de l'eau est encore l'effet de plusieurs causes qui se combinent.

Les bulles d'*air* qui se forment dans *l'eau* suffisammentchaude, donnent lieu à la formation des *vapeurs* dans l'intérieur de cette *eau*.

1003. Par exemple. Quand on fait chauffer de l'eau dans l'air libre; il s'en dégage des bulles d'*air* longtems avant l'ébullition. Mais ces *bulles* sont d'abord si petites, qu'elles ne paroissent qu'une menuë poussière, dont l'eau est toute parsemée. Les *vapeurs* ne se forment point dans celles-là; il n'y a pas sans doute assez d'espace; elles ne se forment que dans de plus grosses *bulles*; & il faut quelque circonstance particulière pour les produire; comme quelqu'obstacle qui détermine les petites *bulles* à se réunir: elles sont alors gonflées par les *vapeurs*; & s'élèvent comme de petits ballons. Mais si l'on met sous le récipient de la machine pneumatique, de *l'eau* dans laquelle *l'air* commence à se dégager par la *chaleur*; ces petites *bulles*, que les *vapeurs* ne pouvoient pénétrer auparavant, s'enflent & leur donnent accès; on les voit alors se gonfler de toute part, & produire *l'apparence* de l'ébullition; mais je prouverai que ce n'est là en effet qu'une *apparence*.

Différences de cet effet; suivant que l'eau est plus ou moins pressée par l'air extérieur.

1004. Si *l'eau* offre une libre issuë aux *vapeurs* qui se forment dans l'intérieur de sa masse, soit dans le *vuide* soit dans *l'air*; elles ne se rassemblent pas en grande quantité, elles traversent l'eau très rapidement, & viennent se dissiper à sa surface. Mais si, comme dans mon *matras*, l'issuë est étroite; ces *ballons* de *vapeurs* sont retardés dans leur ascension; ils grossissent rapidement, & remplissant l'embouchure du vase, ils chassent devant eux toute *l'eau* qui leur résiste.

Suivant qu'elle est plus ou moins libre.

1005. Quand la différence de pression de l'air extérieur, se joint à la différence de liberté de *l'eau* dans le vase qui la renferme, il en résulte des effets encore plus variés. Dans un *matras* par exemple, où *l'eau* s'éleve jusques dans le col; si ce col est ouvert, il faut que la chaleur de l'eau

& par la combinaison de ces differences.

soit

ſoit très grande pour que les *vapeurs* puiſſent ſe former & chaſſer *l'eau* qui s'oppoſe à leur paſſage : elle ne produiſit cet effet dans le *matras* de ma dernière expérience, que lorſque *l'eau* eut acquis 80 *degrés* de *chaleur*. Si au contraire le col du *matras* eſt ſcèlé & vuide d'*air*, il ſuffit quelquefois de 24 à 25 degrés de *chaleur* pour produire le même effet.

Mais ni l'un ni l'autre de ces phénomènes ne ſont encore la vraie *ébullition* : l'*eau* n'a point acquis encore toute la *chaleur* dont elle eſt ſuſceptible : c'eſt même dans le prémier cas, un obſtacle à ce qu'elle l'acquiére ; parce que le *matras* ſe vuidant en partie par ce moyen, l'*eau* qui reſte dans ſa boule, communiquant avec l'air extérieur par une plus grande ſurface, perd continuellement une grande partie de la *chaleur* qu'elle acquiert. C'eſt au contraire dans le ſecond cas, une cauſe qui rend l'*eau* capable de ſupporter une plus grande *chaleur* : parce que les vapeurs qui s'accumulent dans le col du *matras* au deſſous de la colonne d'eau ſoulevée qui s'appuie alors contre le ſommet ſcèlé, compriment l'*eau* qui reſte dans la boule.

Ces phénomènes ſont d'accord avec l'hypothèſe que l'*élaſticité* des *fluides* n'eſt que l'agitation de leurs particules en tout ſens.

1006. Je ne ferai plus qu'une remarque ſur ces effets de la *chaleur*, quand à la libération de l'*air* renfermé dans l'*eau* ; effets qui varient ſuivant les diverſes circonſtances que j'ai indiquées. C'eſt qu'ils s'accordent très bien avec la manière dont quelques Philoſophes ont conçu l'*élaſticité* dans les *fluides*, & que M. *Dl. Bernouilli* a ſi bien expoſée dans ſon *Hydrodinamique* ; ſavoir, que cette *élaſticité* n'eſt que l'effet de l'agitation des particules de ces *fluides* en tout ſens (285 & *ſuiv*). Ces phénomènes s'accordent ſur-tout parfaitement, avec une théorie ſublime, dont il me tarde beaucoup de voir les Phyſiciens en poſſeſſion, celle de M. *Le Sage* ſur la *Gravité* ; dont une des branches eſt l'explication de l'agitation produite par la cauſe même de la *Gravité*, dans les particules des *fluides élaſtiques* ; agitation qui ceſſe, quand ces particules ſont retenues dans les pores étroits des corps, & qui recommence dès qu'elles ſont remiſes en liberté (413 *e*).

Et avec celle de M. *Le Sage* ſur la cauſe de cette agitation.

J'ai cru devoir expoſer cette Théorie de l'action de l'*air* & des *vapeurs* dans *l'eau* échauffée, avant de paſſer au récit des

des expériences qui me l'ont ſuggérée & qui l'appuient; parce que ces expériences ont un autre but, ſavoir de découvrir les cauſes du *maximum* de chaleur de l'*eau qui bout* dans un même état de l'air; & des variations de ce *maximum*, quand l'état de l'air vient à changer. Or il m'auroit été bien difficile d'expoſer ſans embarras tant de choſes en même tems. D'ailleurs ces matières, comme nouvelles, ſont aſſez compliquées en elles-mêmes, pour que je doive éviter autant qu'il m'eſt poſſible de fatiguer l'attention de mes Lecteurs, en la fixant ſur tous ces objets à la fois. Par le même motif, j'expoſerai encore d'avance, ce que je regarde comme la vraie *ébullition*; quoique j'aie été conduit à mon ſyſtème ſur cet objet particulier, par ces mêmes expériences.

1007. Si l'on prend un corps ſolide creux, une cuillier de métal par exemple; & qu'après l'avoir fait chauffer aſſez fortement, on y laiſſe tomber des *goutes* d'*eau*; ces *goutes* ne s'attachent point à la cuillier; elles ſont même repouſſées très vivement, puis elles retombent, & ſont encore repouſſées, & ſouvent diviſées en pluſieurs goutelettes qui éprouvent la même action du *feu*: en un mot elles ſont balotées par l'action alternative du *feu* & de la peſanteur, & elles ſe diſſipent ſans avoir repoſé ſur la cuillier. A meſure que la *chaleur* diminuë, les oſcillations des *goutes* ſe rallentiſſent. Enfin elles reſtent attachées au métal, quand ſa *chaleur* n'eſt plus aſſez grande pour ſoulever la maſſe entière: mais elle continuë quelque tems à ſoulever l'*eau* par parties. Partout où l'*eau* eſt écartée du métal, il s'y jette des *vapeurs* très élaſtiques, qui la traverſent: après leur paſſage elle s'affaiſſe, pour être de nouveau ſoulevée par la même cauſe, juſqu'à ce que la *goute* ſoit totalement évaporée.

Action extrême du *feu* ſur l'*eau*.

Il la repouſſe.

1008. Voici maintenant ce que j'entens par la vraie *ébullition*. C'eſt l'état de l'*eau*, repouſſée par le *feu* lorſqu'il s'eſt condenſé dans ſes pores autant qu'il peut l'être, c'eſt-à-dire en raiſon de la réſiſtance que l'*eau* lui oppoſe. Il n'y a donc point de vraie *ébullition*, ſans qu'au moins la prémière *lame d'eau* qui ſe préſente au *feu* en ſoit pour ainſi dire *ſaturée*.

Ce que c'eſt que la vraie *ébullition*.

1009. Toute une maſſe *d'eau* qui bout dans l'*air libre*,

Différence de *chaleur* de la prémière *lame*

d'eau qui reçoit le *feu*, avec la masse, dans l'*eau* qui est libre.

libre, ne peut pas être *saturée* de *feu*; parce qu'elle ne reçoit la *chaleur* que par sa prémière *lame*; & qu'en même tems qu'elle la reçoit, elle en perd dans l'*air*. Ainsi, il n'y a que la *lame*, physiquement indivisible, immédiatement exposée à l'action du *feu*, qui puisse s'en *saturer*. Et comme à l'instant où elle est *saturée*, elle est repoussée par le *feu* même, & ensuite par les *vapeurs* qui se jettent entr'elles & le corps qui l'échauffe; elle perd bientôt l'excès de sa *chaleur* sur celle de la *masse*, en le lui communiquant.

La *chaleur* de la masse, est l'excés de celle qu'elle reçoit, sur celle qu'elle perd.

Quant à la *chaleur* permanente dans la *masse*; il est évident qu'elle doit être, l'excès de la quantité de *feu* qu'elle reçoit sur celle qu'elle perd dans un même tems. Elle reçoit le *feu* par la *lame* qui est exposée à son action; elle le perd, principalement, par tous les points de sa surface qui communiquent avec l'air.

Cette *chaleur* n'est *fixe* que par la plus forte ébullition.

1010. Tant que l'*eau* ne *bout* pas excessivement; on ne peut y attendre un degré *fixe* de *chaleur*; parce que la *lame* qui reçoit le *feu*, peut être plus ou moins échauffée. Mais quand elle *bout* à ce degré; la *chaleur* qu'elle retient, doit être sensiblement *fixe*: parce que la prémière *lame* a reçu la plus grande *chaleur* qu'elle puisse acquerir, quelle que soit la force du *feu*: seulement; si cette quantité devient plus grande, l'*eau* est plus fortement & plus fréquemment repoussée; & sa plus grande agitation lui fait présenter à l'air une plus grande surface, par laquelle elle perd plus de *chaleur*. Je reviendrai dans la suite à cette compensation de la plus grande agitation de l'*eau*, avec la plus grande quantité de *feu* (1126 & *suiv.*).

La quantité de *feu* qui l'introduit dans l'*eau* dépend de la résistance qu'elle oppose à être repoussée.

1011. Cette espèce de *saturation* de la *lame d'eau* qui communique immédiatement avec le *feu*, n'a point ses principales limites dans la nature même de l'*eau*: elles sont, sensiblement, dans la résistance qu'elle oppose à être repoussée. Ainsi l'*eau* placée dans le *vuide*, ne résistant au *feu* que par son propre poids, en est plutôt remplie au degré suffisant, pour que le *feu* trouve plus de facilité à la repousser, qu'à s'y introduire: elle l'est plus tard, quand elle est chargée du poids de l'Atmosphère; elle l'est bien plus tard encore dans le *Digesteur de Papin*, où elle résiste d'autant plus, que les parois

Cause de la grande *chaleur* que reçoit l'*eau*

du

du *Digesteur*, contre lesquelles elle s'appuie, sont plus fortes. On sent par là, que plus la résistance de l'*eau* est grande, plus les derniers efforts du *feu* pour s'y introduire sont puissans. Si donc, dans ce *Digesteur* par exemple, le feu vient enfin à vaincre la résistance que les parois lui opposent; l'explosion doit être terrible: en un mot elle est proportionnelle à la résistance même. On verra des effets de ce genre, dans les expériences que j'ai à rapporter.

dans le *Digesteur de Papin.*

1012. Quand à la quantité de la *perte* que *l'eau* qui *bout* fait de sa *chaleur* par tous les points de sa surface qui ne sont pas exposés à l'action du *feu*; elle est déterminée par la *facilité* avec laquelle le *feu* s'échappe, à mesure qu'il y arrive: & cette *facilité* est finalement déterminée par l'état de l'*air* qui environne l'*eau*. Or par une suite de la nature de l'*air* (972), moins il est *dense*, plus le *feu* s'y dissipe aisément. Comme j'aurai occasion de reprendre cette matière; je m'arrête ici sur l'exposition de ses principes. J'en ai dit assez, pour qu'on en apperçoive les fondemens dans les expériences que je rapporterai bientôt. Et lorsqu'on aura lû ces expériences, on sera moins tenté de regarder ces idées comme de simples hypothèses.

La quantité de *feu* qui s'échappe de l'*eau* qui *bout*, est en raison inverse de la *densité* de l'*air* extérieur.

CHAPITRE X.

Expériences tentées pour déterminer le degré de chaleur *que reçoit la prémière* lame *de l'*eau *qui* bout, *étant chargée de* poids *différens.*

1013. IL s'agissoit dans ces expériences, de chercher quel est le degré de *chaleur* que contracte la *lame d'eau* qui est immédiatement exposée à l'action du *feu*, lorsque la masse *bout* étant chargée d'un poids déterminé; comme par exemple par une certaine hauteur de l'*eau* elle-même sur le fond du vase, en même tems que par une certaine hauteur du Baromètre: & changeant ensuite le poids comprimant; il falloit chercher encore, quel changement arriveroit dans

Plan de nouvelles expériences.

ce degré de *chaleur*. La portion des différences de la *chaleur* de l'*eau bouillante* qui procède des différences du *poids* dont elle est chargée, étant ainsi découverte; le reste de la différence totale seroit attribué, à celle qu'éprouve la *dissipation* de la *chaleur* de cette *eau* par les différences de *densité* de *l'air*.

1014. L'obstacle qui se présentoit à cette découverte, étoit la *dissipation* même de la *chaleur*. Il falloit donc trouver quelque moyen de l'empêcher, sans opposer à l'action du *feu*, d'autre obstacle, sensible du moins, que le poids de l'*eau* elle même & celui de l'air extérieur; & de cette manière faire ensorte que toute sa masse pût contracter le même degré de chaleur que la prémière *lame*, avant que celle-ci fût repoussée par le *feu*.

Obstacle provenant de l'*air* renfermé dans l'*eau*.

1015. C'est ce que j'avois espéré d'obtenir par le *matras* de ma dernière expérience; où *l'eau* étoit toute enveloppée de l'*huile* chaude, excepté à l'endroit du col, par lequel elle pouvoit s'échapper en surmontant simplement le poids de l'atmosphère. Mais l'*air* qui se dégageoit de l'*eau* par l'action du *feu*, & les *vapeurs* qui se mêloient à cet *air*, vuidoient en partie mon *matras* avant *l'ébullition*: & l'eau, communiquant alors avec l'air extérieur par une plus grande surface, ne put jamais acquerir toute la *chaleur* de sa *prémière lame*; elle ne s'échauffa pas au-delà de $82\frac{1}{2}$; & même quand elle vint à s'agiter dans l'air en bouillant, sa *chaleur* diminua. Il falloit donc, pour parvenir à mon but, commencer par purger d'*air*, l'*eau* que je voulois soumettre à cette expérience.

Premier moyen employé pour purger l'*eau* de cet *air*.

1016. Je pensai d'abord à me servir pour cet effet, de *verres* de Thermomètres, en employant pour me délivrer de cet *air*, les procédés que j'ai rapportés ci-devant (423 *d*). Mais l'*air* est si tenace dans l'*eau*, que j'ai éprouvé dans ces opérations des difficultés très grandes.

Effet de *l'air* dans les *Thermomètres d'eau*.

1017. Mes *Thermomètres d'eau*, (je les appellerai ainsi pour la commodité) supportèrent d'abord aisément la chaleur de l'eau bouillante, en les laissant ouverts par le haut: seulement, il passoit d'abord pendant quelque tems par le tuyau, des bulles d'*air* gonflées par les *vapeurs*.

Mais

Mais dès que j'y appliquois une chaleur plus grande; quelques bulles d'*air* ſe formoient dans la boule, les vapeurs les gonfloient, & elles chaſſoient dehors non-ſeulement l'*eau* qui étoit contenuë dans le tube, mais encore une partie de celle de la boule. Le reſte de l'*eau* cependant, ne *bouilloit* point: l'*air* s'en dégageoit de tems en tems comme dans mon *matras*, & lançoit de l'*eau* dans le tuyau.

J'entrepris donc de purger d'*air* ces *Thermomètres*, en les ſcélant pendant qu'ils étoient pleins d'*eau*, échauffée par la chaleur de l'eau bouillante. L'*eau* ſe condenſant par ſon réfroidiſſement, laiſſoit le haut du tube vuide d'*air*.

A l'inſtant où je ſortois ces *Thermomètres* de l'eau bouillante; il ſe formoit une bulle d'*air* dans la boule; cette bulle ſe rempliſſoit de *vapeurs*, & la colonne d'*eau* reſtoit ſuſpenduë dans le tube, juſqu'à ce que les vapeurs fuſſent condenſées. Et ſi le tube avoit été ſcèlé étant parfaitement plein, & que tout l'*air* qui ſe dégageoit dans la boule y reſtât; la colonne d'*eau* reſtoit ſuſpenduë, même après que les *vapeurs* étoient condenſées.

Il ne ſe dégage pas tout par la ſuppreſſion ſeule du poids de l'Atmoſphère.

1018. Je laiſſai ſuſpendus pendant long-tems des *Thermomètres* ainſi ſcèlés; eſpérant que l'air ſortiroit de l'*eau* peu à peu. Mais j'éprouvai ce que j'ai déjà dit ci-devant (999), c'eſt qu'il ne ſuffit pas de décharger du poids de l'Atmoſphère, l'*air* qui a perdu ſon élaſticité dans les pores de l'*eau*, pour qu'il ſe dilate & ſe dégage; il ne change point d'état par ce changement extérieur; il faut que quelque nouvel agent, le déloge des interſtices de l'*eau*: & un de ces agens eſt le *feu*. J'ignore ce que pourroit à la longue la circulation naturelle du *feu* répandu dans l'*air*, pour produire cet effet. Ce que je ſai ſeulement, c'eſt qu'ayant laiſſé de l'*eau* pendant un Mois dans l'état dont je viens de parler, il s'en dégageoit de l'*air* au prémier attouchement de l'eau bouillante, & qu'auſſitôt la colonne renfermée dans le tube, étoit chaſſée au ſommet par les *vapeurs*.

Il faut y joindre l'action du *feu*.

Formation des *vapeurs* dans les bulles d'*air*, à meſure que le *feu* les dégage.

1019. Je pris d'abord le parti de faire tourner mes Thermomètres au bout d'une ficelle, pour faire redeſcendre plus promptement la colonne, qui ſans cela ne s'abaiſſoit que quand l'eau étoit réfroidie. Mais après avoir fait aſſez

long-tems ce manège, sans que mes *Thermomètres* pussent supporter la chaleur de l'eau bouillante; & en ayant cassé plusieurs dans cette opération; je pris le parti pendant quelque tems, de laisser réfroidir l'*eau* sans les faire *tourner*. La grosse bulle de *vapeurs*, qui tenoit l'*eau* soulevée, diminuoit très peu pendant long-tems: puis tout à coup elle se resserroit, & il s'échappoit alors une petite bulle d'*air* qui gagnoit le haut du tube. La grosseur de cette bulle varioit beaucoup; mais toûjours il en sortoit une de l'amas de vapeurs. Je fus persuadé alors de la Théorie que j'ai exposée dans le Chapitre précédent; c'est-à-dire, qu'une petite bulle d'*air* redévenu *élastique*, étoit toûjours la cause occasionnelle de cet élancemens de *l'eau*; que les *vapeurs* qui s'y accumuloient en étoient la cause prochaine; & que le *feu* étoit le prémier agent qui avoit dégagé *l'air*.

Obstacle à leur totale expulsion provenant du peu d'étenduë du *vuide* dans ces premiers *Thermomètre d'eau*.

1020. Le *vuide* n'étant produit dans mes prémiers *Thermomètres*, que par la condensation de *l'eau* qui avoit été dilatée par la chaleur de l'eau bouillante, n'avoit qu'une petite étenduë. Desorte que le grand nombre de bulles d'*air* qui y montoient successivement par les opérations dont je viens de parler; joint à ce que l'*eau* s'échauffoit toûjours un peu plus, avant de produire de l'*air*; faisoit que le *feu* éprouvoit enfin trop de résistance à dégager de nouvel *air*, ou les *vapeurs* à s'introduire dans les prémières petites bulles d'*air* qui se formoient: tellement que l'*eau* montoit sans s'élancer jusqu'auprès du sommet du tube. Mais elle n'étoit pas entiérement purgée d'*air*; car lorsque j'ouvrois ces *Thermomètres*, & que je les exposois dans l'*huile* à une *chaleur* plus grande que celle de l'eau bouillante; il suffisoit de quelques *degrés* de chaleur de plus, pour dégager de nouvel *air*, produire des *vapeurs*, chasser la colonne d'eau hors du tube; en un mot pour occasionner tous les phénomènes dont j'ai parlé, qui certainement précédent la vraie *ébullition*, puisque quand le tube est libre, *l'eau* ne *bout* point encore (995); & qui n'ont lieu, que parce que les bulles d'*air* ne peuvent pas se dégager assez librement de *l'eau* contenuë dans la boule d'un Thermomètre.

Avantage de

1021 J'imaginai alors d'augmenter l'espace vuide d'*air* au haut

haut de mes *Thermomètres*; pour que *l'air* qui se dégageoit successivement de dedans *l'eau*, ne fit pas si-tôt obstacle à de nouvelles libérations. l'augmenter;

J'y trouvois en même tems l'avantage de connoître sûrement le degré de *chaleur* que *l'eau* pourroit acquérir étant déchargée du poids de l'Atmosphère, & environnée de *feu* presque de toute part. Car en laissant dans le haut du tube, une espace *vuide*, assez grand pour que *l'eau* ne pût pas l'occuper en entier dans sa plus grande dilatation; elle restoit encore alors déchargée du poids de l'Atmosphère. Je vais décrire l'opération par laquelle j'ai rempli ce but; parce qu'il en sera souvent question dans la suite. Outre qu'elle peut être appliquée à d'autres cas.

Des vapeurs chaudes employées à cet effet.

1022. Après avoir ouvert l'extrémité d'un tube, dans lequel je ne laisse que la quantité d'*eau* convenable, je ramollis cette extrémité à la flamme d'une chandelle; & y attachant le bout d'une autre tube, je la tire assez promptement pour produire un petit tuyau aussi mince qu'un cheveu. Je mets ensuite la boule du Thermomètre dans l'*huile*, échauffée jusqu'à près de 100 *degrés*; en tenant le tube presque horizontal. Dès que *l'eau* est assez chaude, il s'en dégage quelque bulle d'*air*, qui monte à la partie alors supérieure de la boule: les *vapeurs* s'y jettent aussi-tôt; & gonflent cette bulle à vuë d'œil. L'eau chassée de la boule par ces *vapeurs*, entre dans le tube, dont elle chasse l'air à son tour; ce qui se fait par un mouvement assez lent, à cause de la résistance que l'air éprouve dans le petit canal. L'*eau* y parvient enfin elle-même; & quand elle est à son extrémité, je l'approche de la flamme d'une chandelle, & je l'y plonge dès que *l'eau* cesse de distiller; ce qui suffit pour souder cette pointe.

Précaution à prendre dans cette opération.

1023. Il faut un peu d'habitude pour faire sûrement cette opération: j'ai souvent échoué dans les commencemens, parce que je ne connoissois pas tous les incidens qui pouvoient survenir. Voici quelques-unes des précautions qu'il faut prendre. D'abord il faut en effet que la pointe soit aussi mince qu'un cheveu, pour que *l'eau* ne puisse pas sortir en un jet continu; ce qui empêcheroit la pointe de se souder. Mais il faut faire attention aussi, que l'extrémité de cette *pointe* ne soit pas bouchée,

bouchée, ou même déjà scèlée. Il m'est arrivé, par une inattention à cet égard, de recevoir au visage une éclaboussure d'huile de 100 *degrés* de chaleur, produite par l'explosion de la boule d'un de ces Thermomètres, dont je trouvai ensuite que la *pointe* s'étoit soudée d'elle-même en la faisant. Depuis lors, j'ai toûjours pris la précaution, d'échauffer d'abord l'eau de mes Thermomètres autant qu'elle pouvoit l'être sans risque; de mettre une petite goute d'eau au bout de la *pointe*, en retirant en même tems le Thermomètre hors de l'huile. Quand *l'eau* intérieure se condense, si la *pointe* est ouverte, on y voit entrer une partie de la petite goute. Il faut pour cela s'aider d'une loupe, car ordinairement l'œil simple ne suffit pas.

Autre précaution.

1024. Dès que les *vapeurs* commençent à pousser la colonne d'*eau* dans le tube avec assez de vigueur; il faut retirer le Thermomètre de dedans l'huile: la chaleur de *l'eau* est ordinairement assez grande alors, pour finir l'opération. Si la colonne d'eau retrograde, il faut remettre la boule dans l'huile: si au contraire elle arrive au sommet avec trop de vigueur, & qu'elle sorte en un jet au travers de la petite *pointe*: il faut faire souffler sur la boule pour diminuer un peu sa chaleur. En un mot, il faut que la colonne d'eau arrive dans le petit canal de la *pointe*, avec le moins d'impétuosité possible, pour qu'on puisse la souder aisément. Il est nécessaire que le sommet du tube se termine vers l'origine de la pointe, en cone assez aigu: sans quoi, l'eau en s'en approchant, se soulève d'abord contre la *pointe*, & elle y passe, laissant en arrière une bulle d'*air* qu'on ne sauroit chasser.

On peut augmenter beaucoup par ce moyen l'espace vuide d'air au dessus de la liqueur des *Thermomètre*.

1025. C'est par cette opération, que je me suis procuré dans mes *Thermomètres d'eau*, & dans de petits *matras* dont je parlerai dans la suite, un espace vuide d'*air* aussi grand qu'il m'étoit nécessaire. Dans ces *matras*, cet espace étoit six fois plus grand que celui qui étoit parcouru par *l'eau* en passant de la température de la glace qui fond, à celle de l'eau bouillante; & j'aurois pû le rendre bien plus grand s'il eût été nécessaire.

Nécessité de répéter cette opération à me-

1026. Lorsque après une prémière évacuation de *l'air* renfermé dans le tube, j'en avois fait sortir beaucoup de celui qui

qui étoit empriſonné dans *l'eau*, & que par conſéquent le *vuide* n'étoit plus aſſez complet; j'ouvrois le haut du tube, quelquefois ſeulement en rompant le bout de la *pointe*; d'autrefois en en faiſant une nouvelle, quand celle qui étoit reſtée n'étoit plus aſſez mince; & tout de ſuite je faiſois remonter *l'eau* par la chaleur de l'huile, & je ſoudois la pointe comme la prémière fois. J'indiquerai dans la ſuite cette nouvelle opération, en diſant ſimplement, que *j'ai fait ſortir l'air du tube.*

ſure que *l'air* ſort de l'eau renfermée dans ces *Thermomètres.*

1027. Plus on a déjà fait ſortir d'*air* de dedans *l'eau*, plus cette opération devient délicate; parce qu'il faut alors une très grande *chaleur*, pour développer de nouvel air & produire des *vapeurs* dans l'intérieur de l'eau, ſous le poids de l'Atmoſphère. Auſſi dès que les *vapeurs* viennent à ſe former; elles ont une élaſticité ſi grande, que ſi la *pointe* n'eſt pas très longue & très mince, *l'eau* y paſſe avec impétuoſité, & éteint ſouvent la chandelle, avant qu'on aît ſongé à ſouffler ſur la boule pour diminuer ſa chaleur. L'*eau* ſort alors en très grande quantité, & l'on a perdu toute la peine précédente.

Moins il reſte d'*air* dans cette *eau*, plus les *vapeurs* internes qu'elle produit ſont tardives & élaſtiques.

Inconvénient qui en peut réſulter dans l'opération.

1028. Cette opération me tenant toûjours dans une ſorte d'anxiété; j'ai préféré quelquefois de la faire avec moins d'avantage, mais auſſi avec moins de riſque. Pour cet effet, avant d'ouvrir le ſommet du tube, je conſervois dans la boule (en tenant incliné le *Thermomètre* ou le *matras*) la dernière bulle *d'air* qui s'y étoit formée par la *chaleur* tandis que le tube étoit fermé. Cette bulle, que je perdois quelquefois de vuë quand le tube étoit ouvert & que *l'eau* étoit comprimée par le poids de l'Atmoſphère, y faiſoit former des *vapeurs* par une *chaleur* plus modérée, & l'opération de vuider *d'air* le *tube*, ſe faiſoit plus aiſément.

On accélére la formation des *vapeurs* & on diminuë en même tems leur élaſticité, en laiſſant une bulle *d'air* dans *l'eau.*

On y gagne de la facilité.

1029. Il eſt vrai que je perdois alors un grand avantage; c'eſt-à-dire le plus grand échauffement de *l'eau*, qui accélère beaucoup l'expulſion de *l'air*. Car quand *l'eau* eſt bien chaude au moment où l'on ſcèle le tube, dès que par ſes prémières condenſations le haut du tube reſte vuide *d'air*; celui qu'elle renferme, chaſſé par le *feu*, ſort en grande quantité, & la fait *bouillonner* très fortement & pendant long-tems. C'eſt pourquoi, lorſque j'avois réuſſi à faire au ſommet de mes tubes

On y perd une plus grande chaleur de *l'eau* qui contribuë à accélérer la ſortie de *l'air.*

une pointe convenable; je laiſſois ſortir la bulle *d'air* que je retenois ordinairement par précaution dans la boule; & j'attendois qu'une plus grande *chaleur* de *l'eau* en eût dégagé de nouvelles.

Les difficultés de l'opération ne ſont point encore applanies.

1030. Ayant donc produit par cette opération au ſommet de mes *Thermomètres d'eau*, un eſpace vuide *d'air* beaucoup plus grand qu'auparavant; je recommençai les prémiers procédés que j'avois tentés, pour purger *l'eau*, de *l'air* qu'elle renfermoit: & c'eſt ici que ma patience fut prodigieuſement exercée. Qu'on ſe repréſente ce que c'eſt que d'être ſans ceſſe auprès du feu, pour plonger dans l'eau bouillante la boule d'un de ces *Thermomètres*; attendre que la colonne d'eau ſoit chaſſée au haut du tube par les *vapeurs*; attendre enſuite que ces *vapeurs* condenſées laiſſent échapper la bulle *d'air* à laquelle elles ont dû leur formation; ou faire tourner le Thermomètre au bout d'une ficelle, pour accélérer cette ſortie; de répéter cette opération cent fois, ſans être ſenſiblement plus avancé qu'auparavant; & de rompre enſuite, par quelque inadvertance que la monotonie d'une pareille opération produit bien aiſément, un *verre* devenu ſi précieux, par la peine qu'il a déjà donnée, & par l'attente d'un ſuccès prochain.

Ce fut ainſi que j'épuiſai la proviſion que je me trouvois alors de ces *verres* de Thermomètres. Mon attirail de ſouffleur de verre, ſe trouva outre cela délabré par le non-uſage; & nous étions préciſément dans la ſaiſon, où les Italiens qui en font métier, ſe ſont retirés dans leur Pays. J'aurois donc été obligé de renoncer, & vraiſemblablement pour toûjours, à ma recherche, ſi je n'avois trouvé dans l'extrême complaiſance de M. le Miniſtre *Chauvet*, le moyen de remplacer mes *verres* de Thermomètres à meſure que j'en étois privé par quelque accident, ou lorſque j'imaginois quelque nouveau moyen pour vaincre des difficultés, que je ne pouvois croire inſurmontables, quoiqu'elles m'arrêtaſſent toûjours.

Je ne ſaurois dire combien j'ai rompu ou abandonné de ces *Thermomètres* à divers degrés d'élaboration, ſans que *l'air* eût ceſſé d'en ſortir, & d'y produire tous les Phénomènes dont

dont j'ai parlé. Quelquefois j'étois tenté de croire avec *Newton*, que *l'eau* elle-même se changeoit en *air* par la *chaleur* (*a*). Mais avant d'admettre cette idée, je voulus tenter tous les moyens possibles de forcer *l'eau* à abandonner tout ce qu'elle contenoit de véritable *air*. A force d'y réfléchir j'en imaginai un, qui joint au prémier, m'a enfin dispensé d'admettre cette hypothèse.

1031. L'eau *battuë*, produit beaucoup *d'air*. On sait quels puissans *soufflets* on produit par le moyen des chutes d'eau, dans les forges des montagnes (*b*). J'imaginai donc de *bat-* *tre*

Nouveau moyen de purger d'*air l'eau* de ces *Therm.* en la secouant.

Bbb 2

(*a*) *Traité d'Optique*, Tom. I. liv. 3, Question 31e.

(*b*) J'expliquerai ici en peu de mots, pour ceux qui ne le savent pas, ce que c'est que ces *soufflets* produits par les chutes *d'eau*. On prend une cuve dont on ferme le dessus par un couvercle, après avoir mis sur le milieu de son fond, en dedans, une grande pierre platte d'environ un pied d'épaisseur. On conduit un filet d'eau à 15 ou 20 *pieds* au dessus de la cuve, & on l'y fait tomber verticalement par un tuyau qui traverse le couvercle & qui s'y joint exactement. Le fond de cette cuve, est percé d'un trou d'une grandeur telle, qu'il y passe précisément autant *d'eau*, qu'il en entre par dessus: on a des moyens de varier la grandeur de ce trou, suivant la quantité *d'eau* qui entre dans la cuve. Lorsqu'on veut mettre cette machine en jeu, on laisse d'abord accumuler *l'eau* sur son fond, jusqu'un peu au dessous du niveau de la pierre; & on lui donne ensuite une issuë convenable, pour la maintenir au même niveau. Voici maintenant l'effet qui en résulte. *L'eau* qui tombe à plein tuyau au travers du couvercle, se brise sans cesse sur la pierre placée au fond de la cuve; & par là il s'en dégage une si grande quantité *d'air*, qu'avec un courant *d'eau* de la grosseur du bras, on peut fournir un *soufflet*, à la plus grosse forge. Cet *air* se condense dans le haut de la cuve, & sort par un tuyau qui part de son couvercle.

Puisque j'ai entamé cette matière, je hazarderai ici l'explication d'un phénomène, qui m'a embarassé pendant longtems. Ceux qui demeurent auprès des Rivières, ont pu remarquer; que lorsque leur *murmure* se fait entendre, ou plus fortement, ou plus loin, c'est un signe de pluie. J'avois cru pendant quelque tems que ce Phénomène n'avoit lieu que dans une certaine position rélativement à la Rivière; c'est-à-dire, lorsqu'on étoit par rapport à elle, sous le vent qui pour l'ordinaire amène la pluie, & qui, dès qu'il commençoit à souffler, favorisoit la propagation des sons de ce côté là. Mais j'ai remarqué ensuite, que ce Phénomène avoit lieu en tems calme, & aux deux côtés de la Rivière. N'est-ce point là un effet de *l'air* qui se dégage sans cesse de *l'eau*? Il est certain du moins, que l'une des principales causes du *murmure* des Rivières, est la quantité innombrable de bulles *d'air*, qui viennent sans cesse crever à leur surface; quantité qui est d'autant plus grande, que *l'eau* est plus agitée ou *battuë*, par sa rapidité, jointe aux obstacles qu'elle rencontre en son chemin. Or ces bulles *d'air* doivent se dégager de *l'eau* en plus grande nombre, la traverser plus rapidement, & crever par conséquent à la surface avec plus de bruit; quand *l'eau* est moins pressée par le poids de l'Atmosphère; c'est-à-dire, quand le Baromètre baisse. Par conséquent l'augmentation du *murmure* des Rivières qui provient de cette cause, doit être, comme l'abaissement du mercure dans le Baromètre, un signe probable de pluie. Au reste

tre l'eau dans mes *Thermomètres*. Mais ne pouvant pas le faire aiſément avec des *verres* ordinaires, dont la boule ſphérique ſe joint immédiatement à un tuyau cylindrique; j'en employai d'autres, dont le tuyau étoit évaſé auprès de la boule; ce qui donnoit à celle-ci la forme d'une poire. Alors, tenant ces Thermomètres par leur tube, la boule étant en bas, je les ſecouois fortement, par un mouvement ſemblable à celui qu'on fait pour rincer une bouteille, ou comme on ſecouë cette machine de phyſique expérimentale, que l'on nomme *marteau d'eau*. Mes *Thermomètres* étoient aſſez ſemblables à cette machine pour l'effet.

Le mouvement que je communiquois à *l'eau* en montant, l'obligeoit à ſe diviſer tant qu'il y reſtoit la plus petite bulle *d'air* déjà *élaſtique*. L'*eau* montoit alors dans le tuyau, & étant chaſſée enſuite fortement en bas, elle frappoit *l'eau* de deſſous avec bruit; & dans ce choc, il ſe dégageoit de nouvel *air*. On peut juger de cet effet dans le *marteau d'eau*: à chaque coup, on y voit monter des bulles *d'air* qui ne paroiſſoient point auparavant: & ſi l'on y battoit *l'eau* auſſi long-tems que je l'ai fait dans mes machines, on pourroit les ſoumettre aux épreuves dont je parlerai bien-tôt.

Dimenſions des *verres* employés.

1032. Les tubes des *verres* de Thermomètres que j'employai d'abord, avoient à peu près 1 *ligne* de diamètre, & leurs *boules* 7 à 8 *lignes*. La longueur de ces tubes étoit d'environ 1 *pied*: *l'eau* s'y élevoit de 4 à 5 *pouces* quand elle étoit condenſée par la glace fondante; ſa hauteur augmentoit d'environ 3 *pouces* dans l'eau bouillante; & l'eſpace qui reſtoit au deſſus, & qui à la fin de l'expérience ſe trouvoit vuide *d'air*, étoit d'environ 4 *pouces*.

Effet de l'expulſion de l'*air* de dedans le *tube*, tant que l'*eau* reſte chaude.

1033. Lorſque ces Thermomètres venoient d'être vuidés d'*air* dans le haut pour la prémière fois; s'il ſe dégageoit de la boule quelque bulle d'*air*, qui montant le long du tube,

Au reſte il faut diſtinguer le *murmure* des Rivières occaſionné par la ſortie de *l'air*; d'avec d'autres ſons, augmentés par les vents pour certains lieux; tels par exemple que le bruit des moulins placés ſur les Rivières. L'augmentation de ces ſons ne peut indiquer la pluie, que comme l'indique la girouette. Le *murmure* même de la Rivière peut être favoriſé ou affoibli par les vents: mais c'eſt un Phénomène diſtinct de celui dont je hazarde l'explication.

tube, détruisît l'attraction de contact qui tenoit la colonne d'*eau* suspenduë (1017); cette colonne s'abaissoit, & l'*eau* dont elle étoit formée, moins chaude que celle de la boule, condensoit la *vapeur* qui se trouvoit entre deux. Le *vuide* se faisoit alors dans cet espace, & aussi-tôt il partoit de tous les points de la boule, de petits *ballons* de *vapeurs* qui venoient le remplir; & ces petits *ballons* n'étoient occasionnés que par des bulles d'*air* que la *chaleur* dégageoit dans ce moment là. On voyoit même l'*air* se séparer de la *vapeur*, & monter en petites bulles au travers de la colonne *d'eau* contenuë dans le tube. C'est cet effet que j'ai appellé *bouillonnement*, pour le distinguer de la vraie *ébullition*.

Bouillonnement distinct de *l'ébullition*.

1034. Dès que ces *vapeurs* étoient condensées par le réfroidissement de l'eau, je commençois à secouer mes *Thermomètres*. Je le faisois en donnant plusieurs secousses de suite, & je laissois ensuite monter l'*air* qui se dégageoit. Les prémiers chocs de l'eau contre elle-même, étoient très vifs; parce que la bulle d'*air*, d'abord insensible, qui étoit cause de la séparation de l'*eau*, ne résistoit presque point à sa réunion. Mais comme il se dégageoit de nouvel air à chaque coup; la force des chocs diminuoit insensiblement; je l'appercevois au tact dans ma main, & le bruit devenoit aussi plus sourd. Je cessois alors de sécouer, & il montoit aussi-tôt dans le tube, une ou plusieurs bulles d'*air* de diverses grosseurs, & quelquefois un très grand nombre. Au bout de quelques heures successives de pareille élaboration, l'*eau* étoit toute parsemée de bulles d'*air*, aussi menues que de la poussière. Je les faisois sortir toutes à la fois, en plongeant la boule dans de l'eau seulement tiède. Les *vapeurs* gonfloient aussitôt toutes ces *bulles*; & il se faisoit dans la boule une sorte de *cliquetis*, si vif, qu'elle sembloit se rompre en mille piéces; & une multitude de petites bulles d'*air*, que les *vapeurs* laissoient échapper en se condensant, traversoient la colonne d'*eau* renfermée dans le tube, & gagnoient le sommet.

Opération de battre *l'eau* dans ces *verres*, pour en faire sortir l'*eau*.

1035. Lorsque je cessois de battre mon *eau*; ces petites bulles d'*air* qui restoient en arrière dans chaque secousse, & qui donnoient lieu aux suivantes; rentroient de nouveau dans les pores de l'*eau*; tellement qu'au bout d'une heure, elle

L'*air* dégagé de l'*eau* par les secousses, y rentre par le repos.

elle ne pouvoit plus être divisée par les plus fortes secousses. Je m'assurai que ces petites *bulles* ne sortoient point de l'*eau*, en couchant mon *Thermomètre* horizontalement ; ce qui les retenoit nécessairement dans la boule : & elles disparoissoient également. Je plongeois alors mon *Thermomètre* dans l'eau bouillante ; & tant qu'il restoit de l'*air* dans l'*eau*, ou déja *élastique*, ou capable de le devenir par la *chaleur* ; les *vapeurs* qui se jettoient dans ses bulles, chassoient dans le haut du tube, la colonne *d'eau* qui y étoit renfermée. Je laissois donc réfroidir l'*eau*, & je recommençois à secouer mon *Thermomètre.*

Après avoir ainsi *battu* mon *eau* pendant sept ou huit heures, ou de suite, ou dans des tems différens ; je faisois sortir l'*air* qui s'étoit rassemblé au haut du tube (1026) ; & je recommençois à battre l'*eau.* L'*air* qui sortoit dans ce second *acte*, ou dans un troisiéme encore, étoit tellement dilaté ; qu'après plusieurs heures, des milliers de *bulles* qui s'étoient élevées audessus de l'eau, n'occupoient qu'un très petit volume, lorsqu'elles étoient comprimées par la colonne d'*eau* chassée au sommet par les *vapeurs.*

L'eau purgée *d'air* soutient sans *bouillonner* la chaleur de l'*eau bouillante*, dans le *vuide.*

1036. Quand l'opération approchoit de sa fin ; l'*eau* soutenoit des degrés de *chaleur* plus grands de plus en plus, sans être chassée au haut du tube. Et enfin elle soutenoit paisiblement la *chaleur* de l'eau bouillante ; quoique déchargée du poids de l'Atmosphère.

Je vais donner maintenant les détails de la fin d'une de ces opérations, d'après l'un de ceux de mes *Thermomètres* qui la soutinrent jusqu'au bout.

Sixième Expérience.

Description d'une des machines destinée à ces expériences.

1037. Le tube de ce *Thermomètre* avoit 11 *pouces* de long. Son diamètre intérieur étoit d'environ $\frac{3}{4}$ de *ligne*, & celui de la boule de 8 *lignes* : Le tube étoit évasé à sa naissance près de la boule. L'*eau* s'élevoit de 4 *pouces* 8 *lignes* dans le tube lorsque la boule étoit environnée de glace fondante : & quand elle put supporter la *chaleur* de l'eau bouillante, elle

elle s'éleva de 2 *pouces* 4 *lignes* de plus : il reſtoit donc encore 4 *pouces* de diſtance de ſa ſurface ſupérieure, au ſommet. Cet eſpace étoit ſenſiblement vuide *d'air* : car lorſque la colonne d'eau y fut chaſſée par une *chaleur* plus grande que celle de l'eau bouillante ; l'*air* contenu dans cet eſpace cylindrique de 4 *pouces* de hauteur, n'y occupoit plus qu' $\frac{1}{4}$ de *ligne*.

L'eau ſoutint la chaleur de *l'eau bouillante* quoique déchargée du poids de l'Atmoſphère.

L'*eau* renfermée dans ce verre de Thermomètre, où la preſſion extérieure de l'*air* étoit preſque nulle, y ſoutint ſans aucun mouvement, la chaleur de *l'eau bouillante*, auſſi longtems que j'eus la patience de l'y tenir.

Scrupule ſur cette expérience.

Il me vint cependant quelque crainte d'être trompé par cette expérience. L'*eau* s'étoit aſſez échauffée dans le tube, pour envoyer des *vapeurs* au ſommet. Je craignis donc, que cet eſpace, que je croyois preſque vuide de matière comprimante, ne fût rempli de *vapeurs* élaſtiques, qui y produiſiſſent le même effet que l'*air*. Pour éclaircir ce doute, je fis paſſer le haut du tube au travers d'un linge, par un petit trou ; je remplis ce linge de glace pilée, en aſſez grande quantité pour environner le tube ; afin de condenſer par ce moyen les *vapeurs* qui pourroient s'y être accumulées. Mais il n'en réſulta aucun effet ſur l'*eau*, qui ſoutint toûjours auſſi tranquillement la *chaleur* de l'*eau bouillante*.

Levé.

Cette *eau* ne *bouillonna* que par une *chaleur* de 87 *degrés*.

1038. Je laiſſai le haut du tube environné de glace, & ayant fait chauffer lentement de l'*huile*, j'y plongeai la boule de ce *Thermomètre*. L'*eau* s'éleva dans ſon tube, de 4 *lignes* de plus qu'elle ne s'étoit élevée dans l'*eau bouillante* ; la *chaleur* de l'*huile* étoit alors de 87 *degrés* : à ce point la colonne d'*eau* fut chaſſée au haut du tube avec une grande violence, par des *vapeurs* qui ſe formèrent dans la boule ; & quand l'*eau* fut un peu réfroidie, il ſortit encore une bulle *d'air* de ces *vapeurs*.

Chargée du poids de l'Atmoſphère, elle ne *bouillonna* qu'à 93 *degrés*. Elle s'extravaſa en partie.

1039. J'ouvris alors le haut de mon *Thermomètre* ; pour que l'*eau* qu'il renfermoit fût comprimée par le poids de l'Atmoſphère. Le Baromètre étoit bien près de 27 *pouces*. Je remis cette *eau* dans l'*huile*, que je continuai à faire chauffer lentement. L'*eau* s'éleva dans le tube, de 5 *lig.* $\frac{1}{4}$ de plus qu'elle n'avoit fait quand il étoit fermé ; & alors,

la *chaleur* de l'*huile* autour de la boule étant de 93 *degrés*, il se forma des *vapeurs* dans l'*eau*, qui chassèrent avec violence, non seulement l'*eau* contenuë dans le tube, mais une partie de celle de la boule.

L'*eau* restante ne *bouillit* point encore.

1040. Après cette espèce d'explosion, le reste de l'*eau* demeura tranquille dans la boule, & ne bouillit point encore: seulement il s'élevoit le long des parois du tube, une lame d'*eau* produite par les *vapeurs* condensées, qui le bouchèrent enfin, & une colonne d'*eau* y resta suspenduë. Cette colonne, recevant sans cesse de l'*eau* par le bas sans s'abaisser davantage, s'allongea insensiblement par le haut, & atteignit le sommet du tube, par lequel elle se vuidoit peu-à-peu: & l'*eau* ne bouilloit point, quoique l'*huile* eût déja plus de 100 *degrés* de *chaleur*.

Scrupule sur cette expérience.

1041. Il me vint encore une scrupule sur cette partie de l'expérience: Je craignis que cette colonne d'*eau* suspenduë, ne fût un obstacle à l'*ébullition* en résistant aux *vapeurs*, moins à la vérité par son poids, que par son frottement dans le tube. Ce doute s'étendit même jusques sur le commencement de l'expérience; où je craignis aussi que la même cause n'eût occasionné quelque erreur.

Levé.

Pour m'éclaircir à cet égard, j'étirai promptement à la flamme d'une chandelle, le bout d'un chalumeau de verre; j'introduisis cette longue pointe dans mon tube, & je suçai l'*eau* suspenduë. Le tube fut libre ainsi pendant un moment; & il n'en résulta aucun changement dans l'*eau*.

L'*eau* restante ne bouillit que par une *chaleur* de 112 *degrés*.

1042. Enfin la *chaleur* de l'*huile* ayant augmenté jusqu'à 112 *degrés*, une nouvelle colonne d'*eau* qui s'étoit formée dans le tube, fut chassée tout-à-coup; des *vapeurs* très denses se firent passage; l'*eau* bouilloit alors avec bruit, & elle continua à bouillir jusqu'à ce qu'il n'y en eût plus.

Conséquences tirées de l'observation précédente.

1043. Après cette expérience, il ne me resta plus aucun doute sur la solidité des principes qui me l'avoient fait entreprendre. J'y vis clairement deux choses. L'une, que l'*eau*, mise à l'abri de la *dissipation* qu'elle fait de sa *chaleur* en communiquant avec l'*air* par une grande surface, con-

tracte avant de *bouillir*, une *chaleur* bien plus grande, que n'est celle d'une masse d'*eau* qui *bout*, en communiquant pleinement avec l'*air*. L'autre, que lorsqu'on met l'*eau* à l'abri de cette *dissipation*; la suppression presque totale du *poids* de l'Atmosphère, ne produit dans le degré de *chaleur* qu'elle peut acquérir, qu'une différence bien petite, en comparaison de ce qu'elle devroit être, en partant du rapport trouvé entre les *diminutions* de la chaleur de l'*eau* qui *bout* dans *l'air libre*, & les *abaissemens* correspondans du Baromètre: & que par conséquent, une très grande partie de ces *diminutions*, est duë à une autre cause; qui ne peut être qu'une augmentation dans la *dissipation* que fait de sa *chaleur*, *l'eau* qui bout dans un *air* moins *dense*. J'aurai occasion de démontrer directement cette dernière conséquence, par les expériences qui me restent à rapporter.

L'eau peut s'échauffer bien plus, qu'on ne le juge par la chaleur de l'eau bouillante.

La plus grande partie de la diminution de chaleur de l'eau bouillante quand le Bar. baisse, ne vient pas de ce que l'eau reçoit moins de chal.

Mais de ce qu'elle en perd plus.

Mais les déterminations sont encore incertaines.

1044. Mais quoique ces deux principes eussent acquis la plus grande évidence, par le moyen de mes *Thermométres d'eau*; les expériences que j'avois faites avec ces instrumens, ne me fournissoient encore aucune détermination sûre: Je ne pouvois croire, que *l'eau* qui y étoit contenuë, quoiqu'en petite quantité, eût acquis réellement le degré de *chaleur* de *l'huile* qui l'environnoit. Car le tube, & *l'eau* qu'il renfermoit, s'échauffoient beaucoup, & dissipoient par conséquent dans *l'air*, une quantité de *chaleur*, qui ne pouvoit être qu'en diminution de celle de *l'eau* renfermée dans la boule. Je ne pouvois point compter sur-tout, que le degré de *chaleur* qu'il avoit fallu communiquer à *l'huile*, pour faire *bouillir l'eau* restée dans la boule, exprimât exactement le degré de *chaleur* de cette *eau*; parce qu'alors elle communiquoit à *l'air* par une grande surface; & que par conséquent elle devoit perdre continuellement une grande partie de la *chaleur* qu'elle recevoit. J'étois persuadé même, que la *chaleur* de ce reste *d'eau*, quoique *bouillante*, étoit moindre que celle qu'elle avoit acquis pendant qu'elle remplissoit la boule.

1045. Ces doutes étoient encore fortifiés par les différens degrés de chaleur qu'il avoit fallu appliquer à *l'eau* dans mes diverses expériences, pour la faire *bouillir*: Je vais les récapituler.

Différences des degrés de chaleur qu'il a fallu appliquer à l'eau pour la faire bouillir en différens cas.

Dans ma 2de. *Expérience*, je n'avois pû faire *bouillir l'eau* dans mon grand vase, que par une chaleur de 121^d^.
3me. Les *goutes d'eau* bouilloient au fond de mon petit vase, à . . 101
4me. Les *goutes d'eau* faisoient *explosion* dans *l'huile*, de . . . 89 à 90
5me. *L'eau bouilloit* dans le fond de mon *matras*, à 112
6me. Elle *bouilloit* aussi dans la boule de mon Thermomètre, à . . 112

Cette variété me fit comprendre, que je ne parviendrois à connoître la vraie quantité de *chaleur* que recevoit *l'eau*, qu'en y plongeant un Thermomètre.

Projet d'observer la chaleur de l'*eau* elle-même par le moyen d'un Thermomètre qui y seroit plongé.

1046. Je fis de vaines tentatives à cet égard, tant que je voulus introduire un Thermomètre dans de *l'eau* purgée *d'air* auparavant: le Thermomètre y reportoit de *l'air*. Il fallut donc purger *d'air*, de *l'eau* contenuë dans de petits *matras*, qui renfermoient déjà un Thermomètre. Cette expérience m'a coûté encore une peine incroyable. Mais je ne l'ai pas regrettée; parce qu'elle a été accompagnée du succès.

Matras préparé pour cette expérience.

1047. J'appellerai *matras*, de gros tubes, auxquels je faisois souffler de grosses boulles. Le prémier que j'emploiai étoit fait d'un tube, dont le diamètre intérieur auprès de la boule, étoit de 3 *lignes*; il alloit un peu en s'élargissant par le haut. La longueur de ce tube étoit de 10 *pouces*; dont 6 étoient occupés par *l'eau*, & le reste devoit être *vuide d'air*. Le plus grand diamètre de la boule, faite en poire, étoit de 1 ½ *pouce*.

La boule d'un petit Thermomètre de mercure, atteignoit presque le fond de celle du *matras*. Ce Thermomètre étoit retenu solidement par deux *étoilles*, formées de deux *triangles* de fil de léton tordu dans les angles. Le tube du Thermomètre occupoit le centre de ces *étoilles*, dont les *rayons* s'appuyoient fortement contre le tube du *matras*. Les *degrés* de

ce

ce Thermomètre étoient marqués simplement par des fils de soie cruë, fortement attachés sur le tube.

1048. Quand le *vuide* fut fait au-dessus de *l'eau*, je commençai à la *battre*, comme dans mes Thermomètres. Cette opération dura quatre semaines; pendant lesquelles, je ne posois presque mon *matras* que pour dormir, pour faire mes affaires dans la Ville, & pour des ouvrages qui demandoient les deux mains. Je mangeois, je lisois, j'écrivois, je voyois mes amis, j'allois à la promenade, en secouant mon *eau*; & au bout de ce tems là, elle laissoit encore échapper de *l'air* à chaque secousses.

Travail pour purger *d'air* *l'eau* renfermée dans ce *matras*, & déchargée du poids de l'Atmosphère.

1049. Vers la fin de ce tems, il lui arrivoit quelquefois, pendant même que je la secouois, de cesser de pouvoir être separée. Je la plongeois alors dans *l'eau bouillante*; & pour l'ordinaire, à chaque nouvelle immersion elle s'échauffoit davantage avant d'être chassée par des *vapeurs* internes. Quelquefois cependant, après avoir supporté une *chaleur* de 70 à 75 *degrés*, il suffisoit de 30 à 40 *degrés* pour produire le même effet, quoique *l'eau* eût cessé de pouvoir être *separée*; c'est-à-dire, quoiqu'il n'y eût plus *d'air*, actuellement *élastique*, qui détruisît dans quelqu'endroit de la masse, la continuité de *l'eau*. Il n'est pas douteux que cela provenoit, de ce qu'il y avoit quelques particules *d'air* très près de reprendre leur *élasticité*; ou, suivant l'hypothèse qui me paroit si probable; très près de sortir des pores étroits de *l'eau*: & qu'il suffisoit d'une petite augmentation de *chaleur*, pour achever leur libération.

Effet de cette opération sur le degré de *chaleur* que pouvoit contracter cette *eau* sans s'élancer.

Variétés.

L'eau bouillonnoit avec bien moins de *chaleur* encore, même après avoir supporté une *chaleur* de 75 *degrés*, lorsqu'elle renfermoit de *l'air* devenu *élastique*. La *chaleur* seule de ma main, appliquée assez long-tems à la boule du *matras* pour faire monter le Thermomètre intérieur entre 24 & 25 *degrés*, suffisoit pour produire cet effet: seulement, les *vapeurs* que cette foible *chaleur* produisoit, étoient moins élastiques, & soulevoient peu la colonne *d'eau*.

La *chal.* seule de la main faisoit *bouillonner* cette *eau* quand il s'y étoit développé de *l'air*.

1050. Voilà comment s'expliquent ces phénomènes que produisent les liqueurs qu'on fait chauffer dans le *vuide*: phénomènes, dont la grande variété embarrassoit si fort les Phi-

Application de la distinction faite ci-devant entre le *bouil-*

 siciens,

lonnement & la *vraie ébullition.*

ſiciens, tant qu'ils les prenoient pour la vraie *ébullition.* On peut voir en particulier, les efforts qu'a fait M. *l'Abbé Nollet* pour chercher la cauſe, de ce que *l'eau* qu'il faiſoit chauffer dans le *vuide*, après avoir été agitée par une chaleur de 25 degrés, & avoir ſupporté enſuite une chaleur de 45 *degrés* ſans agitation; recommençoit à être agitée par une *chaleur* de 31 degrés (*a*). Combien ſon embarras n'eût-il pas augmenté, ſi, confondant toûjours ces phénomènes avec la vraie *ébullition*, il eût vu de *l'eau*, *bouillonner* à 24 ou 25 *degrés* de *chaleur*, après en avoir ſupporté 75 ſans aucun mouvement?

Accident qui oblige de recommencer l'expérience.

1051 *L'eau* de mon *matras* s'échauffant ainſi de plus en plus, dans le *vuide*; quoiqu'avec des apparences de rétrogradation; s'échauffant auſſi de plus en plus audelà de 80 degrés, lorſque j'ouvrois le tube pour faire ſortir *l'air* qui s'étoit dégagé de l'eau; j'avois la plus grande eſpérance de réuſſir bientôt dans mes recherches: lorſqu'un accident me priva de ce matras. Je fus découragé un moment par cette cataſtrophe. Mais j'étois trop avancé dans la découverte, pour réſiſter long-tems au deſir de la pouſſer juſques au bout. J'entrepris donc de nouveau la même expérience; avec quelques changemens, qui contribuèrent à l'abréger.

Nouvelle expérience entrepriſe avec une moindre quantité *d'eau.*

1052. J'étois bien ſûr que la grande différence que j'avois éprouvée dans la difficulté de purger *l'eau* de ſon *air*, entre mon *matras* & mes Thermomètres, ne provenoit que de la différence de quantité *d'eau*. Je penſai donc à répéter l'expérience avec un *matras* dont la boule fût plus petite. Mais il falloit en même tems que le tube fût plus étroit; car ſans cela, la *diſſipation* de la *chaleur* de *l'eau* contenuë dans la boule, ſeroit devenuë plus ſenſible: & un tube plus étroit, exigeoit un bien petit Thermomètre. Je parvins cependant à en faire un, ſuffiſamment ſenſible, qui paſſa dans un tube d'environ 2 *lignes* $\frac{1}{4}$ de diamètre, parce que ſa boule étoit en forme d'olive. Ce tube étant donc plus étroit que celui du *matras* précédent, put auſſi avoir une plus petite boule.

1053. C'eſt avec ces inſtrumens que j'ai fait ma dernière expérience. Et comme je m'arrêterai principalement à celle-là; je

(*a*) Mém. de l'Ac. Royale des Sc. de Paris; année 1748, in-12 pag. 128.

je crois nécessaire de la rapporter dans tous ses détails. Je copierai pour cet effet le journal même que j'en ai tenu, & toutes les remarques que j'y plaçois à mesure que les circonstances me les faisoient naître.

Septième Expérience.

Dimensions du matras & du Thermomètre qu'il renfermoit.

Boule du *matras*, faite en forme de poire:
Son plus grand diamètre . . . . 1 *pouc.*
Sa hauteur . . . . $1\frac{1}{2}$.
Tube : Sa longueur, sans compter la *boule*, ni le sommet qui se termine en pointe . . 12
Son diamètre intérieur, près de la *boule* . . . . 2*l.* $\frac{1}{12}$.
près du *sommet*. . . . . 2 $\frac{3}{8}$.
Thermomètre que je renferme dans mon *matras*.
Diamètre de sa *boule*. . . . . 2 $\frac{3}{4}$.
De son tube . . . . 1 $\frac{1}{2}$.
Sa longueur totale. . . . . . . 6 *pouc.*
Hauteur que je me propose de donner à *l'eau* sur le fond de la *boule* du *matras*; égale à celle qu'elle a dans le vase où je fais mes observations de la *chaleur* de *l'eau bouillante*. 9
Longueur de la portion du tube, qui sera *vuide d'air* dans l'expérience. . . . . 4 $\frac{1}{2}$.

Le 31*e*. *Mars* 1771.

1054. J'ai rempli mon *matras d'eau* chaude, qui venoit de bouillir fort long-tems, & que j'ai *battuë* encore dans une bouteille; afin qu'elle contînt déjà moins *d'air* que *l'eau* commune. *Eau* mise dans le *matras*.

Dès que l'opération par laquelle je chasse *l'air* du haut du tube a été finie (1022); il est sorti de *l'eau* quelques bulles *d'air*, qui lui ont fait abandonner le sommet. Alors elle a *bouillonné* fortement dans la *boule*. Les *vapeurs* s'arrêtoient à la naissance du tube, & tenoient la colonne *d'eau* suspenduë. Mais des bulles *d'air* sortoient continuellement de cet amas de *va-* Premiers effets, après que haut du *matras* a été vuidé *d'air*.

 peurs,

peurs, & gagnoient le haut du tube au travers de la colonne *d'eau*.

Le *bouillonn.* cesse après que *l'air* déja élastique est sorti de l'eau. Il se renouvelle quand de nouvel *air* se dégage.

1055. L'*eau* a cessé de *bouillonner*, ayant encore 26 *degrés* de *chaleur*. Cette cessation a été produite par la totale émigration de *l'air* déjà libre : car ayant commencé à secouer le *matras*, & de nouvel *air* s'étant dégagé, le *bouillonnement* a recommencé: mais il n'a duré qu'un instant. Il s'est renouvellé ensuite à chaque secousse; ou du moins, chaque bulle *d'air* dégagée, a été gonflée par les *vapeurs*; jusqu'à ce que la *chaleur* de *l'eau* aît été au dessous de 24 *degrés*. Ces *vapeurs* s'élevoient de la boule comme de petit *ballons*; mais dès qu'elles entroient dans le tube où *l'eau* se réfroidissoit plus promptement, elles se condensoient, & laissoient échapper une petite bulle *d'air*, qui s'élevoit au-dessus de *l'eau* (1002).

Le 2e. Avril.

Volume de *l'air* sorti de l'eau en trois jours d'élaboration.

1056. J'ai *battu l'eau* de mon *matras* pendant les trois jours précédens, au moins cinq heures par jour. Je l'ai mise aussi de tems en tems dans de l'eau *chaude*; elle ne pouvoit acquerir que 25 à 26 *degrés* de *chaleur*, avant que des *vapeurs* formées dans la boule, poussassent jusqu'au *sommet* la colonne d'eau contenuë dans le tube. Je laissois cependant le *matras* pendant quelque tems dans l'eau *chaude*; & les *vapeurs* acquérant alors une plus grande élasticité, pressoient la colonne d'eau vers le *sommet*, où *l'air* déjà sorti de *l'eau* lui faisoit résistance. Il occupoit alors un espace d'1 *pouce*; & je jugeois par la nature des oscillations que faisoit la colonne d'eau, en luttant pour ainsi dire contre cet *air*, qu'il avoit à peu près la même densité que l'air extérieur.

Cet *air* chassé du haut du tube.

1057. J'ai fait sortir aujourd'hui cet *air* qui s'étoit rassemblé au haut du tube; & quand la *pointe* a été scellée, l'eau a *bouillonné* à peu près comme la prémière fois. Elle a cessé seulement d'être agitée avant d'avoir perdu autant de sa chaleur. Mais toûjours en secouant le *matras*, il s'est formé de nouvelles *vapeurs* dans la boule, dont chaque *ballon* lâchoit aussi une bulle *d'air* en se condensant; ce qui a duré, jusqu'à

jusqu'à ce que la *chaleur* de *l'eau* aît été au dessous de 24. *degrés.*

Le 7me.

1058. J'ai beaucoup *secoué* mon *matras* depuis le 2me; & l'eau a continué à donner une grande quantité de bulles *d'air* à chaque secousse. Elle se *separoit* aisément tant que je ne laissois pas de longs intervalles entre les opérations. Mais l'intervalle du soir au matin, a toûjours empêché qu'elle ne pût être *separée*, ni par conséquent *battuë.*

L'eau ne se sépare plus dans les secousses, dès qu'il n'y a plus *d'air* élastique.

Pour recommencer l'opération, il falloit mettre le *matras* dans de l'eau *chaude*. *L'eau* qu'il contenoit, s'échauffoit chaque jour davantage avant d'être separée par des *vapeurs*, soit lors avant de *bouillonner*. Ce matin, sa *chaleur* étoit déja de 40 *degrés*, que la colonne contenuë dans le tube a été chassée par *les vapeurs*. Cependant quelque tems après, & ensuite d'un repos qui l'avoit renduë incapable d'être *separée* par les secousses, l'ayant remise dans de l'eau chaude, sa *colonne* a été chassée par 26 *degrés* de *chaleur* seulement.

La chaleur en dégage de nouveau.

L'eau devient de plus en plus capable de s'échauffer sans en produire.

1059. *L'air* sorti de *l'eau* pendant ces cinq jours, étant comprimé au sommet du tube au même degré que la première fois, n'y occupoit qu'environ 2 *lignes* de hauteur. Je l'ai fait sortir; & cette fois, avant qu'il se soit formé des *vapeurs* dans *l'eau* tandis qu'elle étoit chargée du poids de l'Atmosphère, le sommet du *matras* étant ouvert, elle a acquis 90 *degrés* de *chaleur*.

Volume de *l'air* sorti de *l'eau*, du 3e. au 8e. jour.

Expulsion de cet *air*.

Augmentation dans la *chaleur* que cette *eau* peut soutenir sous le poids de l'Atmosphère.

Après que le *matras* a été scélé, vuide *d'air*, *l'eau* a produit les mêmes phénomènes que dans les opérations précédentes.

Le 8me.

1060. Ayant pû donner hier plus de tems qu'à l'ordinaire à mes opérations, je *battis* mon *eau* presque sans relache

Elle ne peut presque plus se séparer dans les secousses, parce qu'elle

produit peu *d'air.* che, en tenant la boule du *matras* dans ma main, pour que la chaleur qu'elle communiquoit à *l'eau*, facilitât la sortie de *l'air*. Sur la fin du jour, les bulles *d'air* qui se dégageoient dans les secousses, étoient presque imperceptibles; & si je cessois quelques minutes de secouer cette eau, elle ne pouvoit plus être separée qu'en plongeant le matras dans l'eau bouillante.

Bouillonnement produit par la *chaleur* de la main, dans *l'eau* qui contenoit un peu *d'air* élastique.

1061. Avant cette adhésion de toutes les parties de *l'eau* entr'elles & avec le verre, qui l'empêchoit de se separer, je remarquois presque toûjours un phénomène dont j'ai déja parlé (1049), qui fonde mon explication du *bouillonnement* des liqueurs, distinct de l'*ébullition* (1003). Le prémier effet de la suspension des secousses, étoit que ma main communiquoit un peu plus de chaleur à *l'eau* contenuë dans la boule. Le Thermomètre intérieur montoit à 24 *degrés*: & alors toutes les bulles *d'air* qui, à cause de leur petitesse, étoient restées en arrière des secousses précédentes, étoient gonflées par des *vapeurs*, & occasionnoient un *bouillonnement*, qui se terminoit au dessus de ma main: *l'eau* contenuë dans le tube étant moins chaude que celle de la boule, les *vapeurs* s'y condensoient, & laissoient échapper les petites bulles *d'air* auxquelles elles devoient leur formation.

Sa cessation dès que cet *air* étoit sorti de *l'eau*.

Mais ce *bouillonnement* duroit peu: dès que ces petites bulles *d'air* devenu élastique par les précédentes secousses, étoient sorties de *l'eau*, il ne s'y formoit plus de *vapeurs*, quoique je continuasse à la tenir dans ma main; & c'étoit alors qu'elle résistoit à être separée, jusqu'à ce que par une plus grande chaleur, telle que celle de l'eau bouillante, il se fût dégagé de nouvel *air*.

Refroidissement subit de la boule du *matras*, quand le *vuide* s'y faisoit.

1062. J'ai remarqué aussi dans cette même opération, un autre phénomène qui fortifie le systême de la prompte dissipation de la *chaleur* de *l'eau* dans le *vuide* (972). Toutes les fois qu'en secouant mon *eau* il se faisoit un grand *vuide* dans la boule, je sentois un *réfroidissement* subit à la partie de ma main qui la touchoit. La couche *d'eau* dont le verre restoit mouillé intérieurement, perdoit subitement sa chaleur dans

dans le *vuide*; & celle du verre & de ma main s'y portoit aussitôt pour la remplacer (*a*).

1063. Je reviens à mes opérations. L'*eau* de mon *matras* devenant de plus en plus capable de supporter la *chaleur*, sans produire de nouvel *air*; les *vapeurs* qui se formoient dans les bulles *d'air* qui se dégageoient enfin, étoient toûjours plus élastiques; parce qu'elles étoient plus chaudes: tellement que s'il ne s'étoit pas déjà rassemblé un peu *d'air* dans le tube, le choc de *l'eau* lancée au *sommet* par ces *vapeurs*, l'auroit infailliblement rompu. Pour le garantir plus sûrement, (parce que cet *air* comprimé au sommet, n'y formoit qu'une bulle grosse comme un grain de chenevi) j'avois soin d'y faire monter une goute d'eau en secouant le tube de côté.

Augmentation d'élasticité dans les *vapeurs* plus chaudes.

Volume de *l'air* sorti de *l'eau* du 8e. au 9e. jour.

1064. Ce matin, après avoir *battu* mon *eau* pendant quelque tems, j'ai ouvert la *pointe* du *tube*, pour faire sortir *l'air* qui s'étoit rassemblée au-dessus de *l'eau*. Mais comme à force de rompre cette pointe, que j'avois laissée d'abord assez longue, son ouverture devenoit trop grande pour retenir *l'eau* poussée par des *vapeurs* fort chaudes; j'ai laissé cette fois dans la boule, la bulle *d'air* qui s'y étoit rassemblée pa les dernières secousses (1028). Cette bulle est devenuë si petite, dès que par la rupture de la pointe elle a été comprimée par l'air extérieur, que je l'ai perdu de vuë. Ayant mis la boule du *matras* dans de l'huile échauffée à 100 *degrés*, & *l'eau* en ayant acquis 70, j'ai vu reparoître la bulle *d'air*, qui commençoit à être gonflée par des *vapeurs*: elles s'y sont accumulées peu-à-peu; mais ce n'a été qu'à 80 *degrés* de *chaleur* de *l'eau*, que ces vapeurs ont pu porter le haut de la colonne jusques dans la *pointe*; que j'ai scèlée aussi-tôt.

Cet *air* chassé du tube.

Degré de chaleur nécessaire pour produire des *vapeurs* dans les bulles *d'air* sous le poids de l'Atmosphère.

L'*eau* n'a point *bouillonné* cette fois, comme elle faisoit auparavant lorsqu'après cette opération le *vuide* commençoit à se faire au haut du tube par les prémières condensations des *vapeurs*:

L'*eau* ne *bouillonne* plus dans le *vuide*, quand elle ne contient plus *d'air* élastique.

(*a*) Les deux Phénomènes que je viens de rapporter, ressemblent absolument à ce qu'on a déja observé dans cette petite machine de verre décrite par M. *Franklin*, & qui est assez connuë: elle consiste en un tube, dont les deux extrémités, recourbées, se terminent en boule. Ce tube est en partie plein *d'eau*, le reste est vuide *d'air*. (*Lettre de M.* FRANKLIN *à M. G. W.* à la suite de la 4me. Edition de ses *Expér. & observ. sur l'Electricité.*)

vapeurs : ſeulement il s'élevoit de tems en tems des bulles *d'air*, de l'eſpace où les *vapeurs* étoient raſſemblées, lequel étoit à la naiſſance de la boule au deſſous de la colonne d'eau ſuſpenduë. On voyoit paſſer cet *air* au travers de la colonne d'eau.

Le 10me.

Volume de *l'air* ſorti de *l'eau* du 9e. au 11e. jour.

1065. Ce matin, lorſque j'ai mis mon *matras* dans l'eau bouillante pour pouvoir recommencer à *battre l'eau* (1058); *l'air* qui s'étoit raſſemblé au *ſommet* depuis le 8e. de ce mois, y étant comprimé par la colonne *d'eau* ſoulevée par les *vapeurs*, n'y formoit qu'une bulle d'environ 2 *lignes* de diamètre. Je l'ai fait ſortir : & après avoir *battu l'eau* pendant une grande partie du jour, elle ne pouvoit preſque plus être ſeparée ; j'ai été ſouvent obligé de la mettre dans l'eau bouillante, pour aider *l'air* à ſe dégager. Mais avant qu'il ſortît de nouvel *air* des pores de *l'eau*, il falloit ordinairement qu'elle s'échauffât juſqu'à 60 *degrés* : & alors le choc de *l'eau*, pouſſée par les *vapeurs* au *ſommet*, étoit ſi fort ; que ſans la goute d'eau que j'y faiſois monter, il auroit ſûrement été rompu.

Le haut du tube vuidé *d'air* pour la quatrième fois.

Augmentation ſenſible de la *chaleur* néceſſaire pour dégager de nouvel *air* de cette *eau*.

Variation dans cet effet.

Cependant enſuite, *l'eau* a été ſéparée par les *vapeurs*, n'étant échauffée qu'à 30 *degrés*. Sans doute que quoiqu'il n'y reſtât plus *d'air* déja élaſtique, il y en avoit qui étoit prêt à le devenir (1001, 4°.).

Le 14me.

Volume de *l'air* ſorti de *l'eau* du 11e. au 15e. jour.

1066. Mon *eau* devient capable de plus en plus de ſupporter la chaleur. Après avoir produit hier pendant une heure, des bulles *d'air* plus groſſes & en plus grande quantité que les jours précédens, ſans que cependant j'euſſe rien changé dans les procédés ; l'ayant miſe dans l'eau bouillante, elle s'échauffa juſqu'à 65 degrés avant qu'il s'y formât de ces *vapeurs* internes, occaſionnées par des bulles *d'air*. *L'air* qui en étoit ſorti, raſſemblé au ſommet du tube par la colonne d'eau

d'eau soulevée, y formoit une bulle d'environ 1 *lig.* $\frac{1}{2}$ de diamètre.

1067. J'ai fait sortir cet *air* ce matin, après avoir tiré au bout de mon tube une *pointe* très mince, au travers de laquelle j'étois sûr que *l'eau* ne pourroit passer qu'avec beaucoup de peine, quoique poussée par des *vapeurs* très chaudes. Avec cette précaution j'ai pû laisser sortir de mon *eau* tout *l'air* développé, avant de plonger la boule de mon *matras* dans *l'huile* chaude (1029). Cette *huile* avoit 100 *degrés* de chaleur; & *l'eau* en a contracté 93 avant qu'il s'y soit formé de ces *vapeurs* par lesquelles j'attendois que la colonne contenuë dans le tube seroit poussée au *sommet*, chassant *l'air* devant elle. Je présume, que quoique ma *pointe* fût ouverte, la résistance qu'éprouvoit *l'air* à y passer, occasionnoit sur *l'eau* une pression plus grande que celle de l'action libre de l'Atmosphère; & que par cette raison, *l'eau* s'est échauffée un peu plus qu'elle n'auroit fait, si le tube eût été absolument ouvert.

Le haut du tube vuidé *d'air* pour la cinquième fois.

Grande augmentation de la chaleur que *l'eau* purgée *d'air* peut supporter sous le poids de l'Atmosphère.

Soupçon d'inexactitude.

1068. J'ai *battu* ensuite mon *eau* pendant long-tems; & comme il m'a paru qu'elle approchoit d'être au point où je l'attendois; j'ai fait encore sortir du tube le peu *d'air* qui s'y étoit rassemblé, dont la bulle n'avoit pas une ligne de diamètre. Après cette opération, qui m'a réussi plus complettement qu'à l'ordinaire; quoique mon tube fût aussi vuide *d'air* qu'il étoit possible, *l'eau* n'a point *bouillonné* lorsqu'elle a abandonné le *sommet*. Elle ne donne presque plus *d'air* en la *battant*; où plutôt, je ne peux presque plus la *battre*; à tout moment elle cesse de se diviser. Je juge de là, qu'elle est purgée *d'air* autant que je puisse l'attendre; & j'espère enfin de finir mon expérience demain.

Le haut du tube vuidé *d'air* pour la sixième & dernière fois.

Volume de cet air.

Nouvelle preuve que *l'eau* ne *bouillonne* pas dans le *vuide* quand elle est purgée *d'air*.

Le 15me.

1069. Me voici au 16e. jour de mon expérience & je viens de la terminer heureusement. j'ai mis d'abord mon *matras* dans de l'eau qui ne bouilloit pas encore; *l'eau* qu'il renferme s'est échauffée jusqu'à 65 *degrés*, sans faire aucun mouvement. J'ai fait chauffer l'eau extérieure, jusqu'à la faire bouillir

L'*eau* dans le *matras* vuide *d'air*, supporte la chaleur de l'eau bouillante.

 avec

avec violence : celle du *matras* a acquis près de 78 *degrés* de *chaleur*, & toûjours elle est restée immobile.

Précaution pour que les vapeurs que produisoit *l'eau* du *matras*, ne pressassent pas sur elle.

1070. J'ai fait chauffer de l'huile ; & en attendant qu'elle le fût au point convenable, j'ai voulu voir, si en condensant la *vapeur* qui s'élevoit de *l'eau* dans mon *matras*, il en résulteroit quelque changement. J'ai donc environné de linge mouillé d'eau fraiche, la partie du tube qui étoit vuide *d'air* : les *vapeurs* se condensoient en effet ; on les voyoit couler le long du tube ; & malgré cela il ne s'est fait aucun mouvement dans *l'eau*, qui est restée dans cet état pendant près de demi-heure ; l'eau extérieure bouillant toûjours très fortement. La chaleur fixe de *l'eau* du *matras* étoit un peu moins de 78 *degrés*. Mais le verre qui la renfermoit, perdoit un peu de sa *chaleur* par le tube, qui s'élevoit au-dessus de l'eau bouillante ; & *l'eau* contenuë dans ce verre, qui par là ne recevoit pas toute la *chaleur* de l'eau environnante, en perdoit elle même un peu, par la colonne qui s'élevoit dans le tube.

A ce degré de *chaleur*, *l'eau* s'élevoit dans le tube, de 8 *lig.* $\frac{3}{4}$ de plus, que quand elle étoit à la température de *l'air* ; qui se trouvoit alors d'environ 12 *degrés*.

Et pour préserver le sommet du tube, lorsque *l'eau* y seroit chassée par l'ébullition.

Avant de mettre mon *matras* dans *l'huile* ; prévoyant que le choc de *l'eau* au *sommet*, quand elle y seroit chassée par les *vapeurs* ; seroit très violent, soit parce que ces *vapeurs* seroient plus chaudes qu'elles ne l'avoient été encore, soit parce que le *vuide* étoit plus parfait ; j'ai fait monter une grosse goute d'eau au *sommet*, pour affoiblir l'effet de ce choc (1063).

Le *matras* mis dans de l'huile chaude.

1071. L'*huile* étant échauffée à 80 *degrés*, j'y ai plongé mon *matras*. L'*eau* s'est maintenuë au même degré de *chaleur* qu'elle avoit dans l'eau bouillante. Je tenois aussi le haut du tube environné d'un linge mouillé d'eau fraiche, pour y condenser les *vapeurs*.

L'*eau* déchargée du poids de l'Atmosphère supporte 78 *degrés de chaleur*, quand elle est purgée *d'air*.

J'ai augmenté la *chaleur* de mon *huile* ; celle de *l'eau* a atteint le 78e. *degré* ; & au même moment j'ai entendu un bruit très vif, & j'ai senti une secousse dans la main qui tenoit le *matras* ; sans apperçevoir ce qui produisoit ces effets. Mais j'ai vu ensuite, que la *pointe* de mon *matras* étoit rompuë, & que la goute *d'eau* n'étoit plus au *sommet*. L'*eau* venoit donc de rompre cette *pointe* en s'élançant, & le poids de l'Atmosphère

Le choc de *l'eau* lancée au sommet du tube

l'avoit

l'avoit ensuite repoussée; & ces deux mouvemens avoient été si prompts, qu'ils avoient échappé à ma vuë.

le rompt, malgré la précaution prise.

J'ai conclu de là, que quoiqu'il pût rester encore un peu *d'air* dans mon *eau*, je ne pouvois plus tenter de l'en faire sortir, sans m'exposer à quelque accident qui m'enleveroit le fruit de mes peines. J'ai donc résolu de terminer cette expérience, en éprouvant quelle *chaleur* cette *eau* pourroit acquérir quand je laisserois agir librement sur elle le poids de l'Atmosphère. *Le Baromètre étoit alors à 27 pouces.*

On ne peut purger d'avantage *l'eau* de son *air*.

1072. J'ai donc fait une grande ouverture au sommet de mon tube; telle que je pusse la boucher promptement avec le doigt, lorsque l'eau s'élançeroit; parce que j'avoisintention de conserver cette *eau* purgée d'air.

Chargée du poids, de l'At. & le Bar. étant à 27 *pouc.* elle s'échauffe jusqu'à 89 $\frac{4}{5}$ *deg.*

J'ai augmenté ensuite le feu au tour de mon *huile*: quand elle a eu 97 *degrés* de *chaleur*; *l'eau* du *matras* en avoit 89. Sa hauteur dans le tube avoit augmenté de 2 *lig.* $\frac{3}{4}$, depuis le point où elle se tenoit par la chaleur de l'eau bouillante.

Enfin *l'huile* ayant 98 *degrés* de *chaleur*, & *l'eau* 89 $\frac{4}{5}$, celle-ci a été chassée si brusquement, que quoique j'eusse le doigt tout prêt à l'arrêter, & que je l'aye arrêtée en effet à l'instant, le tube s'est vuidé de près de 5 *pouces*.

Voila donc mon expérience finie: il en résulte; que la même *eau*, qui étant déchargée du *poids* de l'Atmosphère, n'a pu acquerir que 78 *degrés* de chaleur sans être divisée par l'action du feu; étant chargée ensuite de ce *poids*, équivalant à une colonne de 27 *pouces* de *mercure*, en a acquis 89$\frac{4}{5}$.

1073. L'*eau* purgée *d'air* à ce degré, l'admet bien facilement.

L'*eau* purgée *d'air*, en reprend bien promptement.

J'ai laissé mon *matras* ouvert pendant que j'étois occupé à noter la fin de cette expérience; desorte qu'il s'est écoulé à peu près demi-heure, depuis ce moment jusqu'à celui où j'ai remplacé *l'eau* qui s'étoit extravasée. J'y ai employé de l'eau bouillante, pour qu'elle contînt moins *d'air*, & sa réunion avec *l'eau* restante s'est faite à plus de 4 *pouces* de distance de la boule. J'ai *tiré* ensuite une *pointe* au bout de mon tube, & je l'ai laissée ouverte. J'ai mis le *matras* dans *l'huile*; & *l'eau* n'a pu supporter que 80 *degrés* de *chaleur*, avant qu'il s'en

s'en soit dégagé de *l'air*, & que par là elle aît produit des *vapeurs* internes. Quand le sommet du tube a été vuide *d'air* & scélé; *l'eau* a *bouillonné* & produit de *l'air*, presque autant que lorsque je l'y avois enfermée pour la prémière fois. Je l'ai *battuë* pendant quelques heures; elle a donné d'assez grosses bulles *d'air*. J'ai fait sortir cet *air*, & j'ai scélé mon *matras* à demeure. J'ai voulu le plonger ensuite dans l'eau bouillante; mais *l'eau* qu'il renferme n'en peut plus supporter la chaleur.

Pourquoi le Journal précédent a été donné en entier.

Voila le Journal de cette expérience. Je sens qu'il est bien long pour l'avoir donné en entier. Mais lorsque j'ai pensé à le réduire; je n'ai rien trouvé qui pût en être retranché sans inconvénient. Je le répète; dans toute expérience nouvelle, dont on veut tirer des conséquences systématiques; on ne sauroit trop développer tout ce qui peut la faire bien connoître. Comment ceux qui cherchent la vérité, accorderont-ils de la confiance à un système, dont on ne leur montre pas les fondemens à découvert? Comment pourront-ils sur-tout, ajouter le secours d'une attention nouvelle & sévère, à l'attention lassée & toûjours un peu suspecte de prévention, de celui qui a imaginé les prémières expériences, & contribuer par là à la découverte de la vérité? C'est pour de tels lecteurs que j'écris: je ne dois donc rien supprimer de ce qu'ils ont droit d'attendre.

CHAPITRE XI.

Recherches des Loix *que suivent les* acquisitions *& les* pertes *simultanées de* chaleur *que fait* l'eau *qui* bout *à diverses* hauteurs du Baromètre. *Application de ces* Loix *aux observations immédiates de la* chaleur de l'eau bouillante; *& à quelques autres Phénomènes.*

Il est bien difficile de demêler dans les phénomènes les

1074. Lorsque mes expériences sur les divers degrés de *chaleur* que *l'eau* peut acquerir par différentes *pressions*, ont été portées au point dont je viens de rendre compte; j'ai

j'ai entrepris d'y appliquer le *Calcul*, d'après les principes que je m'étois formés. Il s'y est prêté avec une précision que je n'avois pas attenduë. Cependant je ne présume pas d'avoir trouvé exactement les *loix* que suit la Nature dans les effets dont je crois avoir découvert les causes. De telles *loix* sont bien difficiles à démêler dans les phénomènes qui frappent nos sens. Je vais le prouver par le sujet même que je traite; & je montrerai en même tems, combien on doit être circonspect dans l'application du *Calcul* à la *Physique*.

vraies *loix* de la Nature.

Cette maxime semble d'abord contraster avec celle que j'ai établie ci-devant; savoir, la nécessité de chercher les *loix* que suivent les phénomènes, avant d'entreprendre de remonter aux causes. Mais ces maximes se concilient très bien; & seulement elles sont applicables à des époques différentes dans les recherches physiques. C'est là ce que je me propose de montrer d'après mon expérience.

1075. Tant qu'on ne connoissoit pas la *loi* que suivent les *diminutions de la chaleur de l'eau bouillante* correspondantes aux *abaissemens du Baromètre*; on a dû croire que ces *diminutions* provenoient uniquement, de ce que *l'eau* est plus ou moins susceptible de recevoir de la *chaleur*, lorsqu'elle est plus ou moins *comprimée*. Cette opinion me paroissoit si naturelle; que j'ai combattu long-tems, avant de me résoudre à l'abandonner. Mais la découverte de la *loi* que suit *sensiblement* ce phénomène, a vaincu ma résistance: & tout ce qui est résulté de ma prémière opinion, c'est que j'ai multiplié les expériences avant que de céder. Voila l'objet de la prémière *maxime* que j'ai posée; & pourquoi il est indispensable de chercher les *loix* que suivent les phénomènes. C'est principalemant un préservatif contre l'erreur. Et, s'il est possible de découvrir la vérité, c'est le seul fil qui puisse y conduire avec quelque certitude.

Il étoit naturel de penser que les diminutions de la chaleur de l'eau bouillante étoient proportionnelles aux diminutions du poids de l'air.

Loi différente trouvée dans les phénomènes.

1076. Cependant la *loi* découverte des *diminutions de la chaleur de l'eau bouillante*, très simple en elle-même, & sensiblement régulière, étoit un fil bien foible encore, pour remonter aux causes de ces *diminutions*: car cette simplicité n'est qu'apparente; & la *chaleur* de *l'eau bouillante* diminuë par plusieurs

Cette *loi* quoique simple en apparence, est l'effet de plusieurs *causes* combinées.

plusieurs causes, qui, chacune à part, suivent des *loix* fort différentes de celles qui paroit dans leurs effets communs.

Bornes de nos facultés dans la recherche des *causes*.

1077. Quand la Nature se couvre ainsi à nos yeux, c'est à l'imagination à la sonder. Mais l'imagination a besoin d'un frein; & nous le trouvons dans les *loix* des phénomènes, qui redressant presque sûrement ses écarts, la resserrent peu à peu dans les routes qui mènent à la vérité. Et c'est là tout ce que nous pouvons attendre; jamais nous ne verrons la vérité que de loin: les phénomènes qui frappent nos sens nous montreront toûjours imparfaitement les effets des causes principales: mille petites causes particulières, dont plusieurs mêmes sont dans nos organes ou dans nos machines, nous empêchent de les saisir. Lors donc que nous nous sommes assurés par des moyens dont la raison est contente, de l'existence des causes principales auxquelles nous attribuons certains phénomènes, & que nous avons examiné autant qu'il est possible l'influence que peuvent y avoir des causes particulières; nous devons nous contenter d'*à-peu-près*, dans la liaison de ces causes principales avec les phénomènes qui en dépendent.

Circonspection qu'on doit apporter dans l'application du *calcul* à la *Physique*.

1078. J'ai prouvé par des expériences immédiates, l'existance des causes auxquelles j'attribuë principalement le *maximum* de *chaleur* de *l'eau bouillante*, & ses variations par divers états de *l'air*. J'ai essayé d'assigner des *loix* à ces causes, en partant d'une théorie que j'ai appuiée sur des faits. Je vais montrer à présent les défauts que je reconnois moi-même dans ces expériences immédiates; défauts qui s'opposent à la découverte exacte des *loix* que suit la Nature dans ces phénomènes. Cependant les *loix* auxquelles je me suis arrêté, s'appliquent aux observations avec autant d'exactitude qu'on pouvoit en attendre: c'est ce que je montrerai ensuite. Mais en examinant les conséquences extrêmes qui résultent de ces *loix*, j'aurai occasion de faire voir, que lorsqu'on veut appliquer rigoureusement le *Calcul* à la *Physique*, on oublie ce qu'elle est, & ce qu'elle sera toûjours pour les hommes.

1re. incertitude dans les expériences précéd. prove-

1079. C'est de ma dernière expérience que je veux principalement parler. Le prémier doute qui s'élève contre les déterminations qui en résultent; vient de ce que je ne suis

pas

pas assuré que, ni dans le vuide, ni dans *l'air*, *l'eau* de mon *matras* soit parvenuë entièrement à *l'ébullition*. La cause de mon incertitude vient de la rapidité des effets par lesquels il auroit fallu en juger. Il ne me fut pas possible d'apperçevoir, si la cause qui poussoit *l'eau* dans le col du *matras* partoit du contact du verre dans la boule, comme cela devroit être pour que ce fût la vraie *ébullition* (*a*); ou si elle partoit de l'intérieur de *l'eau*. Quoiqu'il en soit cependant, la vraie *ébullition* devoit être au moins très prochaine. Je dirai même qu'il ne me paroît pas possible d'apperçevoir distinctement *l'ébullition* & de déterminer en même tems la plus grande *chaleur* que *l'eau* peut acquerir. Car je n'ai pu parvenir à cette détermination, qu'en employant un verre semblable à ceux des Thermomètres; c'est-à-dire mon petit *matras*. Or quand il étoit scélé & vuide *d'air*, & qu'une partie de *l'eau* avoit été chassée vers le sommet du tube par les *vapeurs* qui s'élevoient de la boule; la pression que ces *vapeurs* exerçoient entre les deux masses d'eau alors separées, suppléoit au défaut de celle de l'Atmosphère, & *l'eau* de la boule s'échauffoit comme dans *l'air*. Et au contraire, lorsque le tube étoit ouvert, si je laissois le *matras* dans l'huile chaude après qu'une partie de *l'eau* avoit éte chassée, celle qui restòit dans la boule communiquant avec l'air par une beaucoup plus grande surface, perdoit beaucoup de sa chaleur. On ne peut donc juger, dans l'un ni dans l'autre cas, de la quantité de *chaleur* que peut acquérir *l'eau*, qu'en l'observant dans l'instant où elle va bouillir: & c'est probablement ainsi que je l'ai observée.

nant de la difficulté de déterminer le degré de chaleur de l'eau prette à bouillir dans le matras.

1080. Une autre cause d'incertitude sur ces déterminations; c'est la *chaleur* que contractoit *l'eau* qui s'élevoit dans le tube de mon *matras*. Cette chaleur étoit en partie aux dépens de celle de *l'eau* renfermée dans la boule; & c'est de celle-ci qu'il s'agissoit. Ainsi par cette cause encore, la chaleur de mon *eau* a du être un peu moindre, dans les deux cas, qu'elle n'auroit été sans cette dissipation. Je crois cependant que la différence

11e. Incertitude, provenant de la perte que l'eau de la boule faisoit d'une petite partie de sa chaleur au travers du tube.

(*a*) Les grosses *bulles* qui partent de la surface du vase, ne sont pas toûjours un signe de vraie *ébullition*: parce que *l'air* qui se dégage de *l'eau*, peut se rassembler contre les parois du vase, comme dans l'intérieur de *l'eau*, & produire ce que j'ai appellé *bouillonnement*. Mais toûjours dans la vraie *ébullition*, les *bulles* partent des parois du vase, & du point qui reçoit le plus de *feu*.

férence étoit petite; parce que l'huile chaude furmontoit la boule d'un ou deux pouces, & que le Thermomètre atteignoit le fond de cette boule.

Ces deux prémières causes d'incertitude sont communes aux expériences faites dans le *vuide* & dans *l'air*.

1081. Je ferai remarquer encore fur ces prémières causes d'incertitude, que leur effet doit avoir été à-peu-près de même, dans la partie de l'expérience où *l'eau* étoit chargée du poids de l'Atmosphère, & dans celle où elle en étoit déchargée: & que parconséquent ces causes ne doivent avoir influé sensiblement, que sur les quantités absolues de la chaleur dans les deux cas; & non sur leur différence; qui est une des faces sous lesquelles j'aurai à les considérer.

IIIe. Incertitude commune aux deux cas, qui tend à compenser les prémières, provenant du frottement de la colonne *d'eau* dans le tube.

1082. Quand à l'effet qui a pu en résulter sur les quantités absolues: voici deux causes d'incertitude, opposées à ces prémières, & qui ont pu les compenser. D'abord le frottement de *l'eau* dans le tube; d'où il a pû résulter un peu de résistance à l'effort du *feu*, & parconséquent un peu plus de *chaleur*; quoique par une expérience dont j'ai parlé (1041), je n'en aie pas apperçu d'effet sensible. Cette cause seroit encore commune au deux cas.

IVe. Incertitude, sur l'expér. dans le *vuide*, provenant d'un peu d'air qui devoit être au haut du tube.

1083. Une seconde cause d'incertitude, opposée aux deux prémières, & qui ne regarde que l'expérience faite dans le *vuide*; c'est un peu *d'air* qu'il devoit y avoir dans le haut de mon *matras*, & qui par son action sur la surface de *l'eau*, devoit lui faire recevoir un peu plus de *chaleur* qu'elle n'en auroit reçu si le *vuide* eût été parfait. Je juge cependant que cette action doit avoir été bien foible; soit parce que le peu *d'air* très raréfié qui étoit sorti de l'eau depuis la dernière fois que le tube avoit été vuidé *d'air*, pouvoit être compté presque pour rien, vû l'espace dans lequel il s'étoit étendu; soit parce qu'en effet, la rupture de la pointe du tube par le choc de *l'eau*, est une preuve que *l'air* ne lui avoit pas opposé une résistance sensible.

Ces causes d'incertitude étant opposées, peuvent être comptées pour rien.

1084. On voit par la Nature de ces causes d'incertitude, qu'il est presqu'impossible d'en déterminer les effets. Je me contenterai donc de les avoir indiquées: & supposant qu'elles se sont compensées, ou que leurs effets sont insensibles, je ne m'arrêterai qu'aux déterminations fournies immédiatement

par

par mon expérience : d'où il résulte (1072), que *l'eau* n'étant chargée que de son propre poids ; c'est-à-dire du poids d'une colonne *d'eau* de 9 *pouces* de hauteur ; a été repoussée par le *feu*, n'ayant encore qu'une *chaleur* de 78 *degrés* : & que lorsqu'à ce poids, s'est joint celui de l'Atmosphère, équivalant à 27 *pouces* de *mercure*, le *feu* n'a pu la repousser que lorsqu'elle a été pénétrée de 89 *deg.* $\frac{4}{5}$ de *chaleur*.

1085. Considérant ensuite cette *augmentation* de *chaleur* comme *proportionnelle* à *celle du poids*, & réduisant *en lignes* les 27 *pouces* du Baromètre, on trouvera ; que pour chaque *ligne* d'augmentation dans cette hauteur, ou pour chaque augmentation équivalante dans le *poids* de *l'air*, la *chaleur* qu'il faut que *l'eau* reçoive pour *bouillir*, doit augmenter de $0,03642$ *degré* ($\frac{89,8-78}{324}=0,03642$) : & réciproq.

Détermination de l'augmentation que produit la *pression*, dans la *chaleur* que *l'eau* peut acquerir.

Formule.

On peut donc trouver par là, quelle est la quantité de *chaleur* que *reçoit* la prémière lame d'une masse *d'eau* qui *bout* (1009) par une certaine hauteur de Baromètre ; ou quelle est la quantité de *chaleur* que recevroit toute cette masse, si elle n'en dissipoit pas sans cesse dans *l'air*. Car, nommant a la hauteur du Baromètre exprimées en *lignes* ; la *chaleur* que *recevra l'eau* pour *bouillir*, sera toûjours, $78+0,03642\,a$.

1086. D'un autre côté, les observations que j'ai faites de la *chaleur* de *l'eau* qui *bout* en communiquant librement avec *l'air*, m'ont appris quelle est la *chaleur* qu'elle *conserve* dans cet état par certaines hauteurs du Baromètre. Je puis donc, en combinant ces observations avec la *formule* précédente, connoître les quantités de *chaleur* qu'elle perd dans ces états connus de *l'air*. Ainsi par exemple : *l'eau* qui *bout* librement dans *l'air* quand le Baromètre est à 27 *pouces* = 324 *lignes*, conserve 80 *degrés* de chaleur. Par cette hauteur du Baromètre, elle en reçoit $78+0,03642\times324=89,8$: donc elle en perd 9, 8 *degrés*.

Détermination de la *perte* que *l'eau* fait de sa *chaleur*, en *bouillant* librement dans l'air de différens degrés de densité.

1087. J'ai exposé ci-devant les raisons que j'ai de croire que les *pertes* de *chaleur* de *l'eau* qui *bout*, sont *en raison inverse de la densité de l'air qui l'environne*. Ainsi, le degré de

Formule qui exprime la *chaleur* de *l'eau bouillante* par les Hauteurs

 chaleur

Données du Baromètre. *chaleur* de *l'eau* qui *bout*, sera toûjours exprimé par cette formule $78 + 0,03642a - \frac{9,8 \times 324}{a}$ (= 3175,2).

Comparée avec les observations. 1088. Consultons maintenant l'expérience, en appliquant cette *formule* à mes observations immédiates de la *chaleur* de *l'eau bouillante* par diverses *hauteurs* du Baromètre. Je prendrai pour cela celles que j'ai faites à la plus grande & à la moindre *hauteur* du Baromètre, ainsi que quelques autres intermédiaires; en réunissant celles qui se trouvent faites par des *hauteurs* peu différentes, afin de détruire autant qu'il est possible les effets des erreurs de l'observation elle-même (881). Je vais en donner une Table, à laquelle je joindrai les quantités de *chaleur* qui résultent de la *Loi* que j'avois tirée de la comparaison de ces observations, que j'ai appellée la *Loi du Phénomène* (860).

TABLE, d'Observations de la chaleur de l'eau bouillante, *comparées avec la* Théorie *sur les causes du* maximum *de cette* chaleur *& de ses* variations.

Lieux des observations.		*Haut. du* Bar. *en lig.*	*Chal. observ. de* l'eau bouill.	*Chal. par la* Théorie.	*Chaleur calcul. par les* Logar. *des haut.* du Bar.
Beaucaire, terme moyen entre 3 observ.		$339\frac{1}{4}$	80,98.	81,00.	80,99.
Auriol		335	80,72.	80,72.	80,72.
Monluel, Lyon, Embournay, Sardon	term. moy.	$330\frac{1}{16}$	80,40.	80,40,	80,40.
Genève	3 observ.	$325\frac{1}{8}$	80,10.	80,08.	80,08.
Genève & Monetier,	term. moy.	$316\frac{7}{16}$	79,55.	79,50.	79,50.
Genève 2 observat. *Sixt.*	term. moy.	$311\frac{1}{4}$	79,16.	79,14.	79,14.
Grange-Tournier, Grange des arbres, Chemin de Grasse-Chèvre	term. moy.	$289\frac{1}{24}$	77,48.	77,55.	77,55.
Plan de Léchaud	2 observ.	$262\frac{1}{4}$	75,47.	75,45.	75,46.
Glacier de Buet		$235\frac{15}{16}$	73,21.	73,16.	73,19.

L'expérience est d'accord avec la Théorie. 1089. La grande conformité qui se trouve entre les différentes *chaleurs observées* de *l'eau bouillante*, & celles qui résultent

tent du calcul fondé sur les principes que j'ai posés ci-devant, est une très forte preuve en faveur de ces principes; qui étoient déja prouvés separément par des voyes immédiates, & par des Phénomènes particuliers. Voila donc une nouvelle carrière dans l'étude de la Nature, par laquelle il me semble qu'on peut espérer de parvenir à une connoissance plus profonde des trois *Elémens* qui y jouent le plus grand rôle, le *Feu*, *l'Air* & *l'Eau*.

Application à *l'esprit-de vin*, qui supporte plus de *chaleur* dans les *Thermomètres* que dans les vases ouverts.

1090. J'ai fait d'avance l'application de ces principes à un Phénomène dont je n'avois pû concevoir la cause auparavant. L'*esprit-de-vin* qui, lorsqu'il *bout* dans un vase ouvert, ne contracte qu'environ 67 *degrés* de *chaleur* mesurée au Thermomètre de mercure; peut en supporter 80 *degrés*, sans *bouillir*, lorsqu'il est dans un *verre* de Thermomètre: voilà ce que je ne concevois pas. Aujourd'hui je vois clairement, que la suppression de la *dissipation* de sa *chaleur* dans ce dernier cas, est la cause de ce qu'il en conserve d'avantage: c'est ce que j'ai déjà dit (976). Mais j'ajouterai ici; que l'effet de cette suppression, qui se trouve plus grand dans *l'esprit-de-vin* que dans *l'eau*, est encore une conséquence de mes principes. Voici quelle est la différence de ces effets. Le Baromètre étant à 27 *pouces*, la *dissipation* de la *chaleur* enlève à *l'esprit-de-vin* qui *bout* 80—67=13 *degrés* de *chaleur*; (& probablement d'avantage; car je ne doute pas que mes Thermomètres *d'esprit-de-vin* ne pussent supporter une plus grande *chaleur*): & dans *l'eau*, la *dissipation* n'en enlève, dans le même cas, que $89\frac{4}{5}-80=9\frac{4}{5}$. Cette différence de 13 à $9\frac{4}{5}$ provient certainement de ce que *l'esprit-de-vin*, plus évaporable que *l'eau*, perd sa *chaleur* plus promptement qu'elle: car il résulte de cette propriété, que *l'esprit-de-vin* qui *bout* dans un vase ouvert, doit moins conserver que *l'eau*, de la *chaleur* qu'acquiert sa *prémière lame*.

Et qui perd plus de *chaleur* en *bouillant*, que n'en perd *l'eau*.

Application au *Digesteur* de *Papin*.

1091. Je n'ajouterai qu'une autre application des mêmes principes, à un Phénomène différent de ceux qui me les ont dictés: c'est la *grande chaleur* que peut acquerir *l'eau* dans le *Digesteur de Papin*. Je suppose que l'on compte pour rien la *dissipation* qui se fait de la *chaleur* de *l'eau* au travers des parois du vase. Elle acquerra d'abord par cette seule cause, si le Baromètre est à 27 *pouces*, les 89 *deg.* $\frac{4}{5}$ de *chaleur* qu'elle

 a acquis

a acquis dans mon *matras*, ouvert: & enſuite autant de fois 11 $\frac{4}{5}$ degrés, de plus (89$\frac{4}{5}$ — 78 = 11 $\frac{4}{5}$ (1072)), que la réſiſtance des parois du vaſe, ſurpaſſera de fois celle de l'Atmoſphère.

Remarque ſur le degré d'exactitude que peut avoir cette application.

1092. Je ne donne pas au reſte cette détermination, non plus que la *Loi* que j'ai aſſignée à ces effets de la différence de preſſion, comme aſſez exacte, pour en conclure l'effet d'une preſſion ſi grande. Car des erreurs que je n'aurois point apperçues par la différence de preſſion de *l'air* à la plaine & ſur les montagnes, pourrroient ſe manifeſter, & devenir même très conſidérables, dans une preſſion qui eſt peut être 50 fois plus grande que celle-là. Je reviendrai à cette réflexion, en la conſidérant ſous un point de vuë général.

Mais avant de parler des conſéquences extrêmes qui réſultent de mes principes; je vais montrer, en enviſageant mes obſervations ſous un nouveau point de vuë, que ces principes ſont encore plus d'accord avec elles, qu'il ne l'a paru dans la Table où je viens d'en faire la comparaiſon.

CHAPITRE XII.

Recherche de la Loi *que ſuivent les* changemens de volume du mercure, *comparativement aux* variations *correſpondantes de la* chaleur.

Il eſt néceſſaire d'examiner ſi le *Thermomètre* n'a point introduit d'erreur dans les expériences précédentes.

1093. LE point de vuë ſous lequel je vais maintenant enviſager mes obſervations, regarde la *chaleur* elle-même, & intéreſſe le *Thermomètre*. J'ai conſidéré juſques ici les indications de cet inſtrument, comme étant proportionnelles dans leurs *différences*, à des *différences* réelles de la *chaleur*. Il s'agit à préſent d'examiner, ce qui réſulte du vrai rapport que j'ai trouvé entre ces deux eſpèces de *différences*.

Preuve de la néceſſité de connoître les vrais rapports des variations du *Thermomètre* avec celles de la *chaleur*.

1094. Cet exemple montrera mieux que tous les raiſonnemens, combien il étoit néceſſaire de déterminer ſur le *Thermomètre*, des eſpaces correſpondans à des *différences* réelles de la *chaleur*: aulieu d'y conſidérer ſimplement les *différences* des *dilatations* du liquide dont il eſt fait.

Sans cette détermination, il eſt manifeſte qu'il eût été impoſſible

possible de remonter aux causes des différences de *chaleur* de *l'eau bouillante*, en partant des phénomènes. Car qui eût pû assurer auparavant, que la singulière *Loi* que suivent les *condensations* du *mercure* plongé dans *l'eau bouillante*, par des *hauteurs* du *Baromètre* successivement moindres, n'étoit pas duë en partie à la nature du *mercure*? Et dès-lors, quelle conséquence auroit-on pû tirer de cette *Loi* découverte, pour remonter à sa cause?

1095. Dès que je commençai de m'intéresser à la perfection du Thermomètre, je ne tardai pas à voir qu'il arrêteroit beaucoup les progrès de la Physique, qu'il pourroit même y introduire de grandes erreurs, tant qu'on ne connoîtroit pas les vrais rapports des *différences* de la *chaleur* avec les variations de cet instrument. C'est la raison de toutes les recherches que j'ai faites sur la nature même des *liquides* qu'on y emploie, dans l'intention de trouver *a priori*, celui d'entr'eux dont les différences de volume approchoient le plus d'être proportionnelles aux variations de la *chaleur*. J'avois conclu de ces prémières recherches, que le *mercure* étoit ce *liquide*; & cette conséquence s'est vérifiée par les expériences immédiates que j'ai faites d'après une idée de M. *Le Sage*, dont j'ai fait mention ci-devant (422 o): j'ai même déterminé par ces expériences, les vrais rapports des variations de la *chaleur*, avec les changemens de volume du *mercure*.

Ce rapport trouvé.

1096. Ainsi, lorsque j'ai entrepris de chercher les causes du *maximum* de chaleur de *l'eau bouillante*, & de ses *différences* par différens états de l'air; je connnoissois les vrais rapports que ces *différences* avoient entr'elles: & c'est par là seulement, que j'ai osé en tirer des conséquences, & entreprendre des expériences longues & pénibles pour les vérifier. Je savois donc, que dans l'étenduë des variations de la *chaleur* de *l'eau bouillante* que j'avois observées avec mon *Thermomètre de mercure*; cet instrument s'étoit peu écarté de la *marche* de la *chaleur*. On peut le voir par la *Table* que j'ai donnée des *condensations du mercure*, correspondantes à des *diminutions de la chaleur* égales entr'elles (422 rr). On y verra même, que bien loin que la différence des *marches* du *mercure* & de la *chaleur*, contribuë à cette *accélération* que j'ai trouvée dans les *abaissemens*

La différence de marche du mercure & de la chaleur, a très peu influé sur les expériences précédentes.



mens du Thermomètre plongé dans *l'eau bouillante*, correſpondans à ceux du Baromètre; elle fait au contraire que le Thermomètre ſe tient de plus en plus trop haut: puiſque le mercure ſe condenſe toûjours un peu moins que ne l'exigeroit la diminution *réelle* de la *chaleur*. J'étois donc bien ſûr de cette *accéleration* qui a été l'objet de mes recherches. Aulieu que je ne l'aurois pas même ſoupçonnée, ſi la *marche* du *mercure* par la *chaleur*, ne m'avoit pas été connuë. Car la différence qui ſe trouve entre les rapports qu'ont entr'elles les condenſations ſucceſſives des différens liquides par les mêmes diminutions de la *chaleur*, produiſant un doute légitime ſur la régularité de ces condenſations, auroit dû naturellement me faire conjecturer, que cette accélération des diminutions de la *chaleur* de *l'eau bouillante* n'étoit qu'une apparence duë au *Thermomètre*.

Recherche du degré de ſon influence.

1097. Il étoit donc très important pour la Phyſique, de connoître les rapports du *Thermomètre* avec la *chaleur*; & c'eſt à cette connoiſſance, quoique encore imparfaite, que je dois mes découvertes ſur les cauſes qui produiſent le *maximum* de la *chaleur* de *l'eau bouillante*, & les variations de ce *maximum*. Pour les porter auſſi loin qu'il m'étoit poſſible, j'ai cherché à étendre la *Table* que j'ai donnée des *marches* correſpondantes de la *chaleur* & du Thermomètre de *mercure*; parce que leurs rapports n'y étant exprimés que de 5 en 5 *degrés*, & avec une ſeule *décimale*, leurs différences étoient inſenſibles ſur mes obſervations, dans leſquelles la variation du Thermomètre n'a été que d'environ 8 *degrés*.

Interpolation des *termes* de la *Table* des rapports du *Thermomètre* & de la *chaleur* trouvés par l'expérience.

1098. Il a donc fallu *interpoler* les termes de cette *Table*; au moins pour avoir de *degré* en *degré*, les rapports des *condenſations* du *mercure* avec les *diminutions* réelles de la *chaleur*; & pour trouver même s'il étoit poſſible, quelque *Loi* ſimple qui exprimât ces rapports.

Ces *termes* ſont ſenſiblement les *ſommes* d'une *progreſſion arith.*

Dans la Table que j'ai donné ci-devant (422 *rr*), la *premiere colonne* renferme des quantités de *chaleur*, dont les *différences* ſucceſſives ſont égales entr'elles, & chacune à la *ſeizième* partie de la *différence* totale entre la *chaleur* de *l'eau bouillante quand le Baromètre eſt à 27 pouces*, & celle de la *glace qui fond*. La *ſeconde colonne* contient des *hauteurs* du Thermomètre, dont les

les *prémières différences*, qui ſont inégales, correſpondent aux *différences* égales des termes de la *prémière colonne*. En prenant les *ſecondes différences* de cette *colonne* des *hauteurs* du Thermomètre, je vis qu'elles pouvoient être conſidérées comme *conſtantes*. D'où il réſultoit, que les *prémières différences* ſuivoient une *progreſſion arithmétique*, & que les *termes* de la *ſuite* des *hauteurs* du *mercure* dans le Thermomètre, étoient les *ſommes* ſucceſſives de cette progreſſion, ou les *collections* de ſes *termes* à partir du point *zéro* de l'*Echelle* du Thermomètre. La ſimplicité de cette *Loi* me détermina à l'adopter; d'autant plus qu'une partie de cette *Table* étant formée par eſtimation, je ne pouvois pas compter aſſez ſur l'exactitude de tous ſes *termes*, pour leur appliquer à la rigueur l'*interpolation* des Aſtronomes.

1099. Mon but étoit de trouver entre chacun des *termes* qui exprimoient les *hauteurs* du Thermomètre, quatre nouveaux *termes* qui ſuiviſſent la *loi* des prémiers. Et puiſque je les ſuppoſois des *ſommes* d'une *progreſſion arithmétique*; il falloit chercher quel étoit le *premier terme* & la *différence* d'une *progreſſion* de ce genre, dont la *ſomme* totale de 80 *termes* ſeroit 80, en même tems que les *ſommes* particuliéres des *termes* de 5 en 5, approcheroient le plus qu'il ſeroit poſſible d'être égales aux *termes* de la colonne de ma prémière *Table* qui expriment les *différences* des *hauteurs* du Thermomètre de 5 en 5 *degrés* de *chaleur*.

Recherche du *prémier terme* & de la *différence* de cette *progreſſion*, dont la ſomme eſt connuë.

1100. J'ai trouvé après quelques eſſais; que pour le prémier *degré* de *diminution* de la *chaleur* depuis celle de l'*eau qui bout quand le Baromètre eſt à 27 pouces*, le *mercure* ſe *condenſoit* de 1, 069164 *degré* de ſon *Echelle* ſoit de $\frac{1,069164}{80}$ de l'*intervalle* compris ſur le Thermomètre entre le point correſpondant à cette *chaleur* de l'*eau bouillante*, & celui de la *glace qui fond*; & que ſes *condenſations* ſuivantes, pour les *diminutions* ſucceſſives de la *chaleur* de *degré* en *degré*, devenoient ſucceſſivement moindres de 0, 001751. J'ai donc formé 80 *termes* de cette *progreſſion décroiſſante*; & prenant enſuite les *ſommes* ſucceſſives de ſes *termes* en remontant, j'ai trouvé qu'elles exprimoient ſenſiblement les *hauteurs* du Thermomètre que j'avois trouvées par mes expériences.

Toute la *progreſſion* déterminée.

& formée terme à *terme*.

Remarques ſur les effets que produit dans le *Thermomètre*, la différence trouvée entre les rapports des variations de la chaleur & ceux des changemens correſpondans dans le volume du *mercure.*

1101. Je donnerai cette nouvelle Table des *hauteurs* du *Thermomètre* de *mercure* correſpondantes aux variations de la *chaleur* de *degré* en *degré*. Mais auparavant, il faut que j'explique plus nettement que je ne l'ai fait encore, la manière dont on doit calculer les *retardemens* ſucceſſifs des *condenſations* du mercure, ou les *accélerations* de ſes *dilatations*. J'ai déja détruit l'eſpèce d'illuſion que fait ſur la *marche* du Thermomètre, la manière dont ſon *Echelle* eſt conſtruite; conſtruction d'où il réſulte, qu'un *liquide* qui ſe *condenſe* de moins en moins comparativement à un autre *liquide* ou à la *chaleur*, & qui par conſéquent ce ſemble, devroit ſe tenir toûjours plus haut ſur ſon Echelle, s'y tient au contraire toûjours plus bas, quand on ne conſidère que l'intervalle entre les points fixes (*a*). J'ai expliqué auſſi, en comparant les *marches* du *mercure* & de *l'eſprit-de-vin*, l'effet de leurs différences quand on prolonge l'*Echelle* audeſſous du *point fixe inférieur* (*b*). J'ai expoſé encore la Théorie d'où découle la différence de ces *marches*, & ſon effet ſur le Thermomètre (*c*). Mais comme tous ces détails ſe trouvent épars: je vais en raſſembler ici ce qui eſt néceſſaire pour l'intelligence de la Table que je donnerai.

Elémens de la *marche du Thermomètre de mercure*, quand la *chaleur* va en diminuant.

1102. On a ſur le Thermomètre deux points déterminés, correſpondans à deux quantités *fixes* de *chaleur*; ſavoir la *chaleur* de *l'eau bouillante quand le Baromètre eſt à* 27 *pouces*, & celle de la *glace qui fond*. Si l'on diviſe en *parties* égales l'intervalle de ces deux points ſur le Thermomètre; les portions de la *différence* de ces deux quantités de *chaleur* qui correſpondront à ces *parties* du Thermomètre, ne ſeront pas égales entr'elles. Ou ſi l'on conçoit cette *différence* de *chaleur* comme diviſée en portions égales, l'*intervalle* du Thermomètre devra être diviſé en parties inégales; & voici quelles elles ſeront d'après la *Loi* que j'ai trouvée. La première diminution de la *chaleur*, équivalente à $\frac{1}{80}$ de cette *différence* des deux *chaleurs* fixes, ſoit à un *degré*, fera deſcendre le *mercure* de $\frac{1,069164}{80}$ de l'intervalle des deux *points fixes* de ſon *Echelle*: mais s'abaiſſant toû-

(*a*) 1er. Vol. *pag.* 271, à la *note.*
(*b*) *Ibid. pag.* 251 & *ſuiv.*
(*c*) *Ibid. pag.* 233 & *ſuiv.* & *pag.* 383 & *ſuiv.*

toûjours de $\frac{0,001751}{80}$ de moins pour chaque 80me. de diminution de la *chaleur*, il arrivera enfin, qu'après que la *chaleur* aura ſubi 80 de ces diminutions égales entr'elles, le *mercure* aura parcouru en deſcendant les $\frac{80}{80}$ de l'intervalle des deux *points fixes* de ſon *Echelle*, ou les 80 *degrés* de l'*intervalle fondamental*.

1103. Si aulieu de ces *condenſations* ſucceſſivement décroiſſante, le *mercure* avoit des *condenſations* qui reſtaſſent égales à la prémière, pour des *diminutions* de la *chaleur* égales auſſi à la première; il s'abaiſſeroit davantage dans le tube du Thermomètre, par les mêmes *diminutions* de la *chaleur*; & la quantité dont il s'abaiſſeroit de plus, exprimée en *parties* de ſon *Echelle*, ſeroit toûjours la ſomme d'une *progreſſion arithmétique*, dont le *prémier terme* eſt 0, la *différence* 0, 001751, & le *nombre des termes* égal au nombre des *degrés* dont la *chaleur* auroit diminué au deſſous du *point fixe ſupérieur*. Ainſi nommant *a* le nombre de ces *degrés*; la quantité dont le *mercure* reſte trop haut dans le tube d'un Thermomètre pour exprimer une marche uniforme de la *chaleur* dans ſes *diminutions*, ſera toûjours $0,001751 \times \frac{aa - a}{2}$.

Formule qui exprime la quantité dont le *mercure* reſte trop élevé ſur ſon Echelle, excepté aux *points fixes*, pour exprimer des *diminutions* égales de la *chaleur*.

C'eſt donc cette *Formule* qui ſervira à corriger mes obſervations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, faites avec le *Thermomètre de mercure*. Mais avant de montrer l'effet de cette correction, je vais finir d'expoſer ce qui regarde le *Thermomètre* même.

1104. Il ſuit d'abord évidemment de ce que je viens de dire, que les *hauteurs* du *mercure* dans le tube d'un Thermomètre, meſurées depuis le *point fixe inférieur*, & exprimées en *parties* de ſon Echelle, feront toûjours,

$$80 - 1,069164a + 0,001751 \times \frac{aa - a}{2}; \text{où } 0,001751 \times \frac{aa - a}{2}$$

exprime l'erreur qu'introduit dans l'obſervation; le *décroiſſement* des *condenſations* du mercure.

Formule qui exprime la hauteur du *mercure* dans le Thermomètre, quand la *chaleur* diminuë d'une quantité donnée.

1105. Maintenant, ſi aulieu de conſidérer la *chaleur* dans ſes *diminutions*, comme je l'ai fait juſques ici, on avoit à conſidérer

Elemens de la *marche* du *mercure* dans le Thermomètre,

quand la *chaleur* va en augmentant.

ſidérer ſes *augmentations* à commencer d'une *chaleur* fixe ; par exemple, du *point fixe inférieur* de l'Echelle du Thermomètre, ſoit de celui de la *glace qui fond* ; il faudra prendre les choſes dans le ſens contraire. Le dernier terme des *condenſations* du *mercure*, par lequel il arrive à ce *point*, ſera alors le prémier de ſes *dilatations* ; leſquelles, de *degré* en *degré* d'*augmentation* de la *chaleur*, croitront de la même quantité 0, 001751, dont ſes *condenſations* décroiſſent.

Ce dernier terme des *condenſations* du *mercure*, qui le réduit au volume qu'il occupe dans la *glace fondante*, ſe trouve, en déduiſant de 1, 069164 (qui eſt le prémier terme à compter de ſon volume dans l'*eau bouillante le Bar. étant à 27 pouces*), le 80e. *terme* de la *progreſſion arithmétique* qui exprime les *décroiſſemens* de ſes *condenſations*, ſavoir 0, 001751 × 79 = 0, 138329 : on a donc 1, 069164 — 0, 138329 = 0, 930835. Ainſi notre prémier terme des *dilatations* du *mercure*, ſera 0, 930835, ou 0, 930836, parce que la *différence* 0, 001751 eſt un peu trop grande.

Formule qui exprime la hauteur du *mercure* dans le Thermomètre, quand la *chaleur* augmente d'une quantité donnée.

1106. Si donc on nomme b le nombre des *degrés* dont la *chaleur* a *augmenté* audeſſus de la *chaleur* fixe de la *glace qui fond*, on aura les hauteurs correſpondantes du *mercure* ſur ſon *Echelle*, par cette *Formule*: $0,630836 \times b + 0,001751 \times \frac{bb - b}{2}$; dans laquelle la quantité $0,001751 \times \frac{bb - b}{2}$ exprime l'erreur qu'introduit dans l'obſervation, *l'accroiſſement* des *dilatations* du *mercure* par d'égales *augmentations* de la *chaleur*.

Explication de la *Table* ſuivante.

1107. Je vais maintenant donner une *Table* de la *marche* du *mercure*, conſidérée ſous les deux points de vuë dont je viens de parler.

La *prémière Colonne* de cette *Table*, renferme des quantités réelles de *chaleur*, exprimées comme je l'ai déja fait dans une *Table* précédente (1 *Vol. pag.* 301), mais de *degré* en *degré*.

La *ſeconde Colonne*, contient les *hauteurs* du *Thermomètre de mercure*, correſpondantes à ces quantités de *chaleur*. Ces *hauteurs* réſultent également des deux *Formules* ; parce qu'à la même *hauteur* du Thermomètre, les valeurs de a & de b étant l'une à l'égard de l'autre le complément à 80, il en réſulte

ſulte que la quantité à ſouſtraire de 80 dans la prémière *Formule*, eſt auſſi le complément à 80 de la quantité indiquée par la ſeconde; & que par conſéquent, ſoit qu'on conſidère la *chaleur* actuelle comme plus grande que celle de la *glace qui fond*, ou comme moindre que celle de l'*eau bouillante le Barom. étant à 27 pouces*, les *formules* rélatives à ces deux cas, donnent la même *hauteur* ſur le Thermomètre.

La *troiſième Colonne*, indique les quantités dont les *hauteurs* du Thermomètre contenuës dans la *ſeconde* ſont plus grandes qu'elles ne ſeroient, ſi les *condenſations* du *mercure*, de *degré* en *degré* de *diminution* de la *chaleur*, reſtoient égales à la prémière (1103).

La *quatrième Colonne*, indique les quantités dont les mêmes *hauteurs* du Thermomètre ſont auſſi plus grandes qu'elles ne ſeroient, ſi les *dilatations* du *mercure* par les *augmentations* de la *chaleur* de *degré* en *degré*, étoient auſſi égales à la prémière (1106).

J'ai mis en plus gros caractères les nombres de cette *Table* de 5 en 5, afin qu'on puiſſe les comparer plus aiſément à ceux de la *Table* que j'ai donnée, d'après mes obſervations, à la page 301 du 1er. *Vol*.



TABLE des rapports du Thermom. de mercure *avec la* chaleur; *&* des erreurs *que cet* Instrum. *produit dans les Observations.*

Chaleurs réelles.	Haut. *corresp. du* Therm. de mercur.	Correct. *à faire dans les* dimin. *de la* Chal.	Correct. *à faire dans les* augm. *de la* Chal.	*Suite de la* 1e. *Col.*	*Suite de la* 2e. *Col.*	*Suite de la* 3e. *Col.*	*Suite de la* 4e. *Col.*
Z + 80	80,000	0,000	5,533	z + 39	37,600	1,436	1,297
Eau bouill. &c. z + 79	78,931	0,000	5,395	z + 38	36,603	1,508	1,231
z + 78	77,863	0,002	5,258	z + 37	35,607	1,581	1,166
z + 77	76,798	0,005	5,123	z + 36	34,613	1,636	1,103
z + 76	75,734	0,011	4,990	Z + 35	33,621	1,733	1,042
Z + 75	74,672	0,018	4,859	z + 34	32,631	1,812	0,982
z + 74	73,611	0,026	4,729	z + 33	31,642	1,893	0,925
z + 73	72,553	0,037	4,602	z + 32	30,655	1,975	0,868
z + 72	71,496	0,049	4,476	z + 31	29,670	2,059	0,814
z + 71	70,441	0,063	4,351	Z + 30	28,687	2,145	0,762
Z + 70	69,387	0,079	4,229	z + 29	27,705	2,233	0,711
z + 69	68,335	0,096	4,108	z + 28	26,725	2,312	0,612
z + 68	67,286	0,116	3,989	z + 27	25,747	2,413	0,625
z + 67	66,237	0,137	3,871	z + 26	24,771	2,506	0,569
z + 66	65,191	0,159	3,756	Z + 25	23,796	2,600	0,525
Z + 65	64,146	0,184	3,642	z + 24	22,823	2,697	0,483
z + 64	63,103	0,210	3,530	z + 23	21,852	2,795	0,443
z + 63	22,062	0,238	3,420	z + 22	20,883	2,894	0,404
z + 62	61,023	0,268	3,311	z + 21	19,915	2,996	0,368
z + 61	59,985	0,299	3,204	Z + 20	18,949	3,099	0,333
Z + 60	58,949	0,333	3,099	z + 19	17,985	3,204	0,299
z + 59	57,915	0,368	2,996	z + 18	17,023	3,311	0,268
z + 58	56,883	0,404	2,894	z + 17	16,062	3,420	0,238
z + 57	55,852	0,443	2,795	z + 16	15,004	3,530	0,210
z + 56	54,823	0,483	2,697	Z + 15	14,146	3,642	0,184
Z + 55	53,796	0,525	2,600	z + 14	13,191	3,756	0,159
z + 54	52,771	0,569	2,506	z + 13	12,237	3,871	0,137
z + 53	51,747	0,615	2,413	z + 12	11,286	3,989	0,116
z + 52	50,725	0,662	2,322	z + 11	10,336	4,108	0,096
z + 51	49,705	0,711	2,233	Z + 10	9,387	4,229	0,079
Z + 50	49,687	0,762	2,145	z + 9	8,441	4,351	0,063
z + 49	47,670	0,814	2,059	z + 8	7,496	4,476	0,049
z + 48	46,655	0,868	1,975	z + 7	6,553	4,602	0,037
z + 47	45,642	0,925	1,893	z + 6	5,611	4,729	0,026
z + 46	44,631	0,982	1,812	Z + 5	4,672	4,859	0,018
Z + 45	43,621	1,042	1,733	z + 4	3,734	4,990	0,011
z + 44	42,613	1,103	1,656	z + 3	2,798	5,123	0,005
z + 43	41,607	1,166	1,581	z + 2	1,863	5,863	0,002
z + 42	40,603	1,231	1,508	z + 1	0,931	5,395	0,000
z + 41	39,600	1,297	1,436	Z *Gla. quif.*	0,000	5,533	0,000
Z + 40	38,599	1,366	1,366				

1108. Cette nouvelle *Table* servira aux Physiciens qui voudront comparer entr'elles des *différences* réelles de la *chaleur*; & à qui par conséquent les *indications* du Thermomètre ne suffiroient pas. Par son moyen, ils pourront réduire ces *indications* à une mesure commune & régulière de la *chaleur*. Car quoique les *hauteurs* du Thermomètre renfermés dans la IIe. *Col.* & dans sa *suite*, soyent accompagnés de *décimales*; on pourra faire aisément des évaluations suffisamment exactes, pour avoir les vraies expressions de la *chaleur* correspondantes aux observations faites sur le Thermomètre. Je suppose, par exemple, qu'on ait observé le Thermomètre à + 10 & à + 20. Le nombre le plus approchant de 10 dans la IIe. *Col.* est 10,336. Je soustrairai donc 0,336 du nombre correspondant dans la Iere. *Col.* & j'aurai $z + 11 - 0,336 = z + 10,664$, que je prendrai pour $z + 10,7$. Le nombre le plus approchant de 20 dans la IIe. *Col.* est 19,915, plus petit que 20, de 0,085; j'ajouterai donc $\frac{1}{10}$ au nombre correspondant dans la Iere. *Col.* & j'aurai $z + 21,1$. Ainsi les *chaleurs réelles* correspondantes aux *hauteurs* + 10 & + 20 du Thermomètre, sont sensiblement $z + 10,7$ & $z + 21,1$. Ces réductions ne sont pas absolument exactes, parce que les *différences* des nombres des deux *Colonnes* ne sont pas égales. Mais les observations seront rarement plus exactes elles-mêmes: & quand elles le seront, il sera aisé d'avoir égard à l'inégalité de ces *différences*.

Usage des deux premières Colonnes de la Table.

Exemples.

1109. Si la *Table* n'avoit que ces deux *Colonnes*, elle n'auroit point fait connoître les *erreurs* qui résultent de la marche du Thermomètre: parce que l'expression de celui-ci étant la même que celle de la *chaleur* aux deux extrémités de l'Echelle fondamentale, savoir z ou *zéro* & 80, il en résulte une illusion que j'ai déjà dévelopée dans la *note* du § 418 *m*. C'est pour faire connoître ces *erreurs*, que j'ai ajouté les deux autres *Colonnes*, dont l'une (qui est la IIIe.) indique les *erreurs* qu'introduit le Thermomètre dans l'observation, quand on considère la *chaleur* comme allant en diminuant. On y voit, qu'à partir de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, l'*erreur* produite par le Thermomètre est déjà de 5,533 *degrés* lorsqu'il est arrivé à la tempérance de la *glace qui fond*. La IVme. *Col.* sert à faire connoître

Usage des deux dernières Colonnes.

connoître les *erreurs* que produit le Thermomètre quand on considère la *chaleur* comme allant en augmentant. L'*erreur* totale depuis la température de la *glace qui fond* jusqu'à celle de l'*eau bouillante*, est aussi de 5, 533 *degrés*. Je m'arrêterai encore un moment à déveloper l'usage de ces deux dernières *Colonnes*.

Correction des *erreurs* qu'introduit le Thermomètre dans les observations.

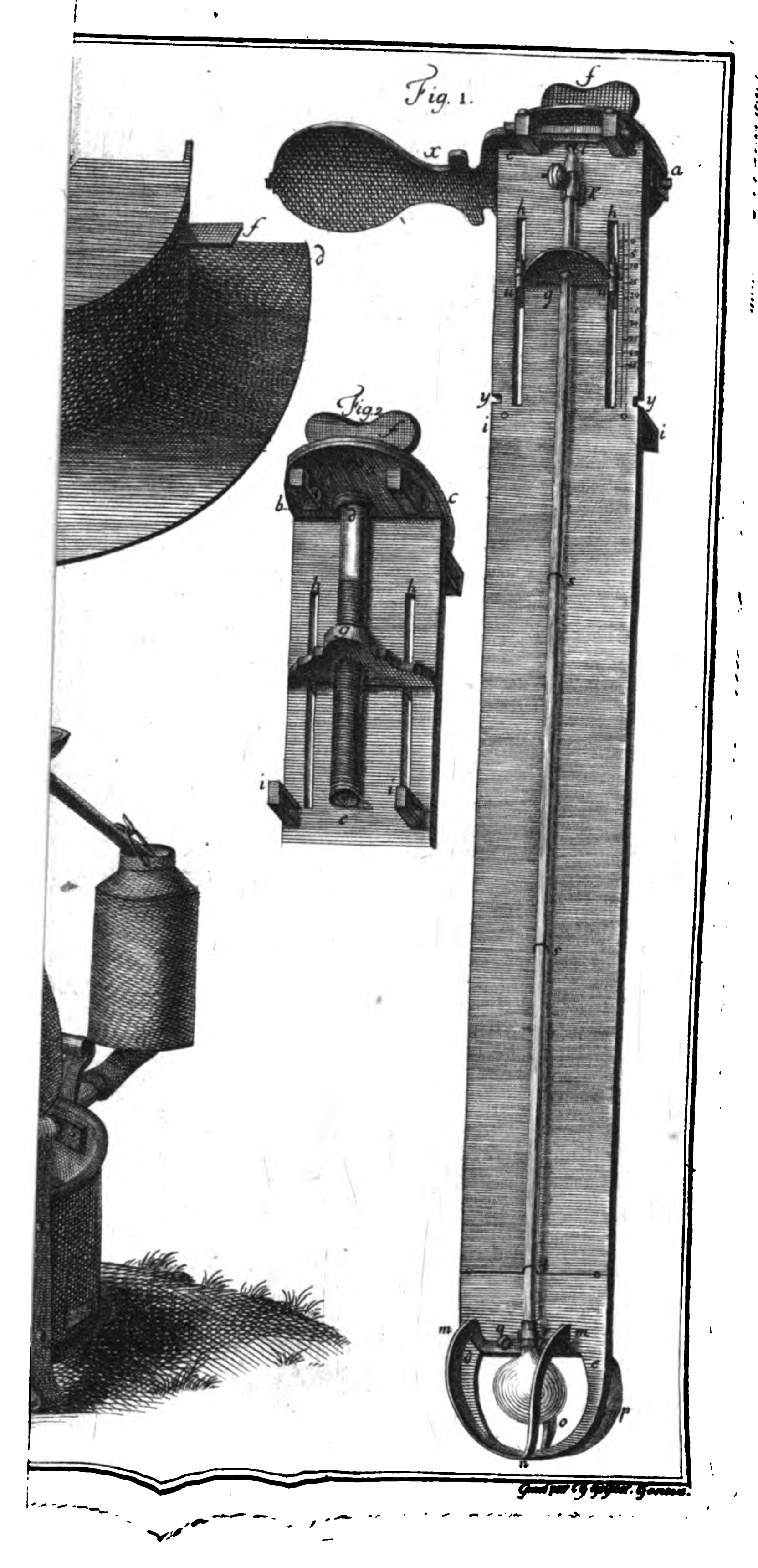
1110. La IIIe. renferme (comme je l'ai dit au § 1107) les quantités qu'on doit soustraire des *hauteurs* observées du Thermomètre, pour avoir les points auxquels le *mercure* se seroit successivement abaissé au dessous de sa hauteur dans l'*eau bouillante* s'il s'étoit condensé pour chacun des *degrés* dont la *chaleur* auroit diminué au dessous de ce terme comme il se condense par le prémier *degré*. Ces soustractions étant faites, les *différences* des nombres restans, seront entr'elles, comme les *différences* des nombres de la Iere. *Col.* qui expriment les *chaleurs réelles*. Les nombres de la IVe. *Col.* sont aussi des quantités à soustraire des *hauteurs* du Thermomètre renfermées dans la IIe. pour les réduire à ce qu'elles auroient été si le *mercure* s'étoit dilaté pour chacun des *degrés* dont la *chaleur* auroit augmenté depuis la température de la *glace qui fond*, comme il se dilate par le prémier *degré*. Et ces soustractions étant faites, les *différences* des nombres restans, seront aussi entr'elles comme les *différences* des nombres de la Iere. *Col.* qui expriment les *chaleurs réelles*.

Différence de cette correction avec celle qui résulte de la comparaison des deux premières *Col.* de la *Table*.

C'est là tout ce dont on avoit besoin dans la plupart des observations: & cette seconde manière de corriger l'observation du Thermomètre, ne diffère de celle du paragraphe précédent, qu'en ce qu'elle montre toûjours l'*erreur* qu'auroit occasionné le Thermomètre; au lieu que la précédente ne la montre point. Car par exemple si l'on avoit à comparer des augmentations de la *chaleur* depuis le *zéro* du Thermomètre jusqu'au point 80; cette seconde manière de correction montreroit qu'au point 80, l'*erreur* du Thermomètre est de 5, 533 *degrés*; au lieu que par la précédente, on n'y verroit point d'*erreur*; puisque le nombre 80 se trouve également dans les deux *Colonnes* à ce point.

Exemples de la dernière correction.

1111. Quoiqu'on puisse reconnoître par les *Loix* mêmes que suivent les nombres des trois dernières *Colonnes* de la *Table*, qu'en


Fig. 1.
Fig. 2

qu'en ſouſtraïant les nombres de la IIIe. ou de la IVme. de ceux qui leur correſpondent dans la IIme. les *différences* des reſtans de ces derniers ſont entr'elles comme les différences des nombres de la Iere. *Colonne* qui expriment la *chaleur*: je vais le montrer par des exemples.

Je ſuppoſe qu'on aît obſervé ſucceſſivement le Thermomètre aux points 80 . 58, 949 . 38, 599 . 18, 949 . 0; & qu'on aît beſoin de connoître les vrais rapports qu'ont entr'elles les *diminutions* de la *chaleur* qui ont produit ces abaiſſemens ſucceſſifs du Thermomètre, en corrigeant les *erreurs* qui réſultent de ces indications. Il faudra ſouſtraire de ces *hauteurs* obſervées du Thermomètre, les nombres qui leur correſpondent dans la IIIe. *Colonne*. Voici cette opération, & ſon effet.

Exemple pour le cas où la *chaleur* va en *diminuant.*

Différences avant la correction.	*Hauteurs* obſervées du Ther.		Quantités à ſouſtraire, ſoit *erreurs* du Therm.		Hauteurs corrigés du Ther.	Différences corrigées.
	80, 000	—	0, 000	=	80, 000	
21, 051						21, 384
	58, 949	—	0, 333	=	58, 616	
20, 350						21, 383
	38, 599	—	1, 366	=	37, 233	
19, 650						21, 383
	18, 949	—	3, 099	=	15, 850	
18, 949						21, 383
	0, 000	—	5, 533	=	— 5, 533	

Les différences des *hauteurs* obſervée du Thermomètre; ſoit les *condenſations* ſucceſſives du *mercure*, étoient inégales; après la correction, ces différences deviennent égales; & en effet les *diminutions* de la *chaleur* étoient égales, puiſque ces *hauteurs* obſervées du Thermomètre correſpondent aux *chaleurs* $z+80$, $z+60$, $z+40$, $z+20$, z.

Je ſuppoſe qu'on aît obſervé ſucceſſivement le Thermomètre aux mêmes points, mais dans le ſens contraire; & qu'on aît beſoin de connoître les vrais rapports qu'ont entr'elles les *augmentations* de la *chaleur* qui ont produit ces *augmentations* ſucceſſives de la *hauteur* du Thermomètre, en même tems que les *erreurs* que cet inſtrument avoit introduit dans les

Exemple pour le cas où la *chaleur* va en *augmentant.*



obſervations. Il faudra alors ſouſtraire de ces *hauteurs* obſervées du Thermomètre, les nombres qui leur correſpondent dans la IVe. colonne : voici l'opération.

Différences avant la correction.	Hauteurs obſervées du Ther.	Quantités à ſouſtraire, ſoit *erreurs* du Therm.	Hauteurs corrigées du Ther.	Différences corrigées.
	0, 000	0, 000	0, 000	
18, 949				18. 616
	18, 949 —	0, 333	= 18, 616	
19, 650				18, 617
	38, 599 —	1, 366	= 37, 233	
20, 350				18, 617
	58, 949 —	3, 099	= 55, 850	
21, 051				18, 617
	80, 000 —	5, 533	= 74, 467	

Ainſi les *différences* des *dilatations* du *mercure*, inégales dans l'obſervation, deviennent auſſi égales après la correction des *erreurs* produites par le Thermomètre, comme le ſont entr'elles les *augmentations* de la *chaleur* qui ont fait monter ſucceſſivement le Thermomètre aux points obſervés.

Réduction de l'expreſſion corrigée du Thermomètre, à l'expreſſion *commune* de la *chaleur*.

1112. On peut encore trouver par cette route l'expreſſion même de la *chaleur* que j'ai appellée *commune* ; c'eſt-à-dire celle qui réſulte de la diviſion en 80 *parties* égales de la *difference* des *chaleurs* de l'*eau bouillante* & de la *glace qui fond*. Pour cet effet il faut ſe rappeller, que dans la diviſion en 80 *degrés* de l'*intervalle* correſpondant ſur le Thermomètre ; la prémière *condenſation* du *mercure*, par la prémière *diminution* de la *chaleur* d'une de ces *parties* depuis l'*eau bouillante*, eſt de 1, 069164 *degré* (1100) ; & que la prémière *dilatation* du *mercure*, par la prémière *augmentation* de la *chaleur* d'une des mêmes *parties* depuis la *glace qui fond*, eſt de 0, 930836 *degré* (1105). Et puis qu'après avoir corrigé les *erreurs* que le Thermomètre a introduit dans les obſervations, on a les *condenſations* & les *dilatations* du *mercure* telles qu'elles auroient été s'il avoit conſervé une marche conforme à ſes prémiers pas (1110) ; ſes *hauteurs* corrigées, ainſi que leurs *différences*, ſont aux *chaleurs* qui leur correſpondent, comme 1, 069164 eſt à 1, lorſqu'on la conſidère comme *diminuant*, & comme 0, 930836 eſt à 1, lorſqu'on la conſidère comme *augmen-*

mentant. Ainſi pour ne m'arrêter qu'aux *différences* corrigées; $\frac{21,383}{1,069164} = 20$ & $\frac{18,617}{0,930836} = 20$. Or 20 eſt la *différence* conſtante des *chaleurs* z, z+20, z+40, z+60, z+80; qui correſpondent aux *hauteurs* obſervées du Thermomètre dans les deux cas ſuppoſés.

Je me ſuis un peu étendu ſur ces développemens des effets que produiſent dans le Thermomètre les différences des marches du *mercure* & de la *chaleur*; parce que j'ai eu moi-même quelque peine à m'en faire des idées nettes; & que je ſuppoſe que la même choſe pourroit arriver à quelques-uns de ceux de mes Lecteurs qui voudront apporter de l'attention à l'examen de cette matière. Quant à ceux qui, ſans s'arrêter aux principes qui m'ont dirigé dans la formation de ma *Table*, ſe contenteront de pouvoir corriger les obſervations faites ſur le Thermomètre de *mercure*; ils le pourront par le moyen des deux prémières *Colonnes* de cette *Table*, employées comme je l'ai indiqué ci-devant (1108).

Projet d'une *Table* plus commode que la précédente.

1113. Cependant on pourroit conſtruire une *Table* plus commode encore; parce qu'on y ſupprimeroit les *décimales* dont les *hauteurs* du Thermomètre ſe trouvent accompagnés dans la précédente, en les tranſportant dans la *Colonne* des *chaleurs réelles*, où elles ſeroient moins incommodes. Cette nouvelle *Table* donneroit ainſi ſans calcul, les *chaleurs réelles* correſpondantes aux hauteurs du Thermomètre de *degré* en *degré*. Je vais indiquer la manière de la conſtruire.

Principes pour ſa conſtruction.

J'ai dit ci-devant, que la différente *conſtance* des *eſpaces* ſucceſſifs parcourus par le *mercure* ſur l'*Echelle* du Thermomètre, par les variations de la *chaleur* de *degré* en *degré*, eſt de 0,001751 *partie* de cette *Echelle*. J'ai dit auſſi que le prémier de ces *eſpaces* en montant depuis le *zéro* de l'*Echelle* (ou le point correſpondant à la *glace qui fond*) eſt 0,930836. Les *eſpaces parcourus* par le *mercure* depuis ce point, par les *augmentations* de la *chaleur* de *degré* en *degré*, ſuivent donc une *progreſſion arithmétique*, dont le *prémier terme* eſt 0,930836 & la *différence* 0,001751: & les *hauteurs* du *mercure* rélativement à ce *point* ſont les *ſommes* de tous les termes précédens de la *progreſſion*.

Ces indications vont nous conduire ſûrement, d'un point don-

donné fur l'*Echelle* du Thermomètre, au point correfpondant dans celle de la *chaleur*. Car quand on connoît le *prémier* ou le *dernier terme*, la *différence* & la *fomme* d'une *progreffion arithmétique*, on peut connoître le *nombre* de fes *termes*: & dans notre recherche, c'eft de ce *nombre* que nous avons befoin; puifqu'il eft en même tems le nombre des *degrés* de *chaleur*, qui ont fait paffer le *mercure* dans le Thermomètre, du *zéro* au point donné.

Prémier Problème à réfoudre.

1114. Nous avons dans cette recherche deux *problèmes* à réfoudre. L'un regarde le cas ou le point donné du Thermomètre, eft au deffus du *zéro* de fon *Echelle*; l'autre celui où ce point eft au deffous du *zéro*.

Voici la Règle pour le prémier cas: je l'énoncerai fans la démontrer.

foit a le *prémier terme* d'une *prog. arith.* }
d la *différence* } connues.
s la *fomme* }
n le *nombre* des termes, ... qu'on cherche:

Formule pour trouver les quantités de chaleur correfpondantes, aux points obfervés du Thermomètre audeffus de zéro.

On aura, $n = \frac{d - 2a + \sqrt{4aa - 4ad + dd + 8ds}}{2d}$. Et fubftituant dans cette *équation* générale, les quantités conftantes dans notre cas particulier, favoir 0, 930836 à la lettre a
& 0, 001751 à - - - - - d.

nous aurons $n = \frac{\sqrt{86482[illegible]31560 + 3502s} - 929960}{1751}$; où s,

Son ufage dans la conftruction de la Table projettée.

qui eft la feule quantité variable, repréfente la *hauteur* obfervée du Thermomètre, réduite en *millioniémes*. En fubftituant donc à s la fuite des nombres naturels accompagnés de fix 0, ou réduits en *millioniémes*, on formeroit la partie de la *Table* projettée qui contiendroit les *différences* réelles de la *chaleur*, correfpondantes à la fuite des *degrés* égaux du Thermomètre, en montant depuis le *zéro* de fon *Echelle*.

Second Problème.

Dans le fecond cas, qui regarde la prolongation de cette *Table* pour les *degrés* au deffous du *zéro* du Thermomètre, c'eft le *dernier terme* de la *progreffion* qui nous fera connu, c'eft-à-dire le prémier *efpace* parcouru par le *mercure* fur fon *Echelle* au deffous du *zéro*, par le prémier *degré* de *diminution* dans la *chaleur* au deffous de celle de la *glace qui fond*. Ce *dernier terme* diffère du *prémier* que nous avons employé dans le cas précédent

cédent, de 0,001751, soit de la *différence* constante des *espaces* successifs parcourus par le *mercure*; il sera donc 0,930836 — 0,001751 = 0,929085.

Voici la Règle pour ce second cas.

Soit u le *dernier terme* d'une *prog. arith.*
d la *différence*, } connuës;
s la *somme*,
n le *nombre des termes*, ... que l'on cherche.

On aura $n = \frac{2u + d \pm \sqrt{4uu + 4ud + dd - 8ds}}{2d}$; & substituant dans cette *équation*, les quantités constantes connuës, savoir 0,929085 à la lettre u,

Formule pour les quantités de chaleur correspondantes aux points observés du Thermomètre au dessous du zéro.

& 0,001751 à ------ d;

nous aurons $n = \frac{929960 - \sqrt{864826531560 - 3502\,s}}{1751}$

Si donc on substituë aussi à s dans cette équation, la suite des nombres naturels, accompagnés de six o, ou réduits en *millioniémes*, on aura une suite de nombres qui exprimeront les *décroissemens* réels de la *chaleur*, correspondans aux *abaissemens* du *mercure* au dessus du *zéro* du Thermomètre de *degré* en *degré* de son *Echelle*.

Appliquée à la prolongation de la *Table* au dessous de ce point.

J'ai déja donné à la page 309 du *Ier. Vol.* une *Table* de même espèce que la prémière partie de celle que je propose; mais je l'avois faite d'une manière moins méthodique, & seulement de 5 en 5 *degrés* du Thermomètre. J'aurois exécuté celle-ci, si mes occupations me l'avoient permis. Mais en attendant qu'elle le soit, les *Formules* que je viens de donner contribueront à rendre plus sensibles les conséquences qui résultent pour le Thermomètre, de la *marche* du *mercure* par les variations de la *chaleur*; & la *Table* précédente, quoiqu'un peu moins commode que celle-là, suffira cependant pour trouver toûjours, à quel *degré* de *chaleur* correspondent les points observés sur le Thermomètre.

Voilà le dernier pas que j'espérois de faire vers la perfection du *Thermomètre*: nous aurons aujourd'hui une mesure sûre des *différences* réelles de la *chaleur*; & c'est là tout ce qu'il me

Remarque sur le degré de perfection que les Régles précédentes donnent au Therm.

 paroissoit

paroiſſoit poſſible de trouver; ne concevant rien encore, qui puiſſe nous donner quelque priſe ſur les *quantités abſoluës*. Je dis que cette meſure eſt *ſûre*; parce que juſqu'à préſent il me paroit, que les erreurs qui peuvent y reſter, n'excèdent pas celles qui ſeroient toûjours inévitables dans l'obſervation, quand même la théorie de cet inſtrument ſeroit plus parfaite. Si cependant on avoit à faire des expériences aſſez délicates, pour que ces erreurs poſſibles y devinſſent de quelque importance; je crois qu'il conviendroit de reprendre tout mon travail. Peut-être qu'alors on parviendroit à ajouter quelque perfection de plus au Thermomètre, ſoit ſur les points où j'ai montré moi-même de l'incertitude ſoit ſur d'autres, que je peux n'avoir pas apperçus.

CHAPITRE XIII.

Application des Règles données dans le Chapitre précédent; aux obſervations de la chaleur de l'eau bouillante *faites avec le* Thermomètre de mercure.

On peut à préſent réduire à la vraie expreſſion de la *chaleur*, les indications du Therm. dans les expér. rélatives à la *chaleur de l'eau bouill.*

1115. JE reviens aux différences de *chaleur* de l'*eau bouillante*, à l'occaſion deſquelles j'ai fait ce nouvel examen du Thermomètre.

La *Loi* découverte des décroiſſemens des *condenſations* du *mercure*, par les *diminutions* de la *chaleur* de *degré* en *degré*, me fournit à préſent le moyen de corriger mes obſervations, pour ramener leurs réſultats à ce qu'ils auroient été, ſi les *condenſations* de ce liquide ſe conſervoient égales à la première; c'eſt-à dire ſi le Thermomètre m'avoit donné immédiatement de vrais rapports entre les divers degrés de *chaleur* de l'*eau bouillante* dans les différens cas où je l'ai obſervée.

Correction par laquelle on réduit les *différences de hauteur du Therm.* au

1116. S'il ſuffiſoit ici (comme il ſuffira pour l'ordinaire) de pouvoir comparer des *différences* de la *chaleur* dans les vrais *rapports* qu'elles ont entr'elles, ſans qu'il fût beſoin de les ramener à une meſure particulière; nous aurions dans la *Table*

Table précédente tout ce qui feroit nécessaire pour corriger ces observations : je le ferai par forme d'exemple. Nous voyons dans la 3me. *Col.* de cette *Table*, en prenant une partie proportionnelle de la différence entre le 7me. & 8me. terme, que lorsque le Thermomètre s'abaisse de 80 à 73,21, l'erreur qui résulte de ce que les *condensations* du *mercure* vont en diminuant par des *diminutions* égales de la *chaleur*, le fait tenir trop haut de 0,03 *degré*. Ainsi au lieu de s'être tenu à 73, 21 lorsque je le plongeai dans l'*eau bouillante* sur le *Glacier* de *Buet*; il auroit dû se tenir à 73,18. Et au *Plan-de-Léchaud*, où il se tint à 75,47; il n'auroit dû se tenir qu'à 75,46. Sur toutes les autres observations, l'erreur est insensible. Ces deux corrections faites, on pourroit regarder les *différences* de *hauteur* du Thermomètre dans ces observations, comme proportionnelles aux *différences* de la *chaleur* qui les ont produites. même rapport qu'ont entr'elles les *différences* correspondantes de la *chaleur*.

1117. Mais dans le but particulier de mes expériences, cette correction ne suffit pas. J'ai à comparer les diminutions de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, avec les causes de ces diminutions dont j'ai déterminé les *Loix*. Il faut donc que je réduise les *différences* de la *chaleur* à une même expression dans les deux cas comparés. L'expression qu'il me paroit naturel de choisir, est celle qui donnera ces *différences* en 80me. de la *différence* totale des *chaleurs* de la *glace qui fond* & de l'*eau bouillante le Bar. étant à* 27 *pouces*. J'ai appellé jusqu'ici, & je continuerai d'appeller *degrés*, les quantités de *chaleur* égales à ces 80mes; & je les compterai toûjours aussi, depuis la *chaleur* de la *glace qui fond*. Mais dans le cas présent il faut une correction, qui ramène l'expression de la *chaleur* à une mesure commune.

1118. Le prémier objet sur lequel doit porter la correction; c'est la *Formule* par laquelle j'ai exprimé, d'après la Théorie, le degré de *chaleur* que doit conserver l'eau *bouillante* par une hauteur donnée du Baromètre. Pour cet effet, il faut d'abord corriger l'expression du Thermomètre dans les expériences que j'ai faites pour déterminer les divers degrés de *chaleur* que l'*eau* peut acquérir sous différens poids. Correction de la *Formule* qui exprime la *chaleur de l'eau bouill.* d'après la Théorie.

1119. La plus grande chaleur que l'*eau* aît pu acquérir étant déchargée du poids de l'Atmosphère dans mon *matras*, n'a Et prémièrement de l'indication du Ther-

dans l'*eau* échauffée autant qu'elle peut l'être étant déchargée du poids de l'*air*.

n'a porté le Thermomètre de mercure qu'à 78 (1071). Je puis réduire en *degrés* réels *de chaleur* cette hauteur du Thermomètre, en employant ma *Table* de la manière que j'ai indiquée pour les diminutions de la *chaleur* (1110). Je retranche donc d'abord, de la hauteur obſervée du Thermomètre, la quantité qui lui correſpond dans la 3me. *Col.* de cette *Table*, & je trouve $78 - 0,002 = 77,998$, dont le complément à 80 eſt 2,002, qui diviſé par 1,069164, donne au *quotient* 1,872. Ainſi la *chaleur* dans cette prémière expérience, diffère en *moins* de la *chaleur* 80, de 1,872 *degré*; & par conſéquent la plus grande chaleur que l'*eau* puiſſe acquérir quand elle eſt déchargée du poids de l'Atmoſphère, eſt $80 - 1,872 = 78,128$.

Et dans l'*eau* chargée d'un poids équivalant à 27 *pouces* de mercure.

1120. La *Formule* que j'ai donnée ci-devant pour connoître à quel *degré* de *chaleur* correſpond un point donné du Thermomètre au deſſus du *zéro* de ſon Echelle (1113), m'auroit fourni le même réſultat: mais l'opération eût été plus longue; & c'eſt pour l'abréger, que j'ai fait la *Table*. Mais il faudra employer cette *Formule* pour trouver le degré de *chaleur* correſpondant au point où s'eſt tenu le Thermomètre par la plus grande chaleur que l'*eau* aît pu acquérir étant chargée du poids de l'Atmoſphère, pendant que le Baromètre étoit à 27 *pouces*: parce que ce point du Thermomètre, qui eſt 89,8 (1072), n'eſt pas dans ma *Table*. Subſtituant donc 89,8 à *s* dans cette *Formule*, on aura 89,091 pour la *chaleur* correſpondante à cette hauteur du Thermomètre.

Formule corrigée pour trouver le degré de *chaleur* que l'*eau* peut *acquérir* par une haut. donnée du Bar.

1121. Ainſi la *différence* de la *chaleur* que peut acquérir l'*eau*, chargée du poids de 27 *pouces* = 324 *lignes* de *mercure*, ou déchargée de ce poids, eſt $89,091 - 78,128 = 10,963$: & la quantité dont varie la *chaleur* que peut acquérir l'*eau*, par chaque variation d'1 *ligne* dans le Baromètre, ſera $\frac{10,963}{324} = 0,033836$. Par conſéquent, nommant *a* la hauteur du Baromètre exprimée en *lignes*, la *chaleur* que peut acquérir l'*eau* ſera toûjours $78,128 + 0,033836\,a$.

Formule corrigée pour trouver le degré de *chal.* que l'*eau*

1122. D'un autre côté, la *chaleur* que l'*eau* peut acquérir quand le Baromètre eſt à 27 *pouces* étant 89,091, tandis que la *chaleur* qu'elle conſerve en *bouillant* librement par cette même

même hauteur du Baromètre, n'eſt que 80; il s'enſuit qu'elle *perd* alors 9, 091 *degré* de *chaleur*. Et partant toûjours de l'hypothèſe, que les *pertes* de *chaleur* de l'*eau* qui *bout* ſont en raiſon inverſe de la *denſité* de l'*air*; denſité qui eſt proportionnelle à la hauteur du Baromètre; les quantités de *chaleur* que *perd* l'eau qui *bout*, ſeront $\frac{9,091 \times 324}{a} = \frac{2945,484}{a}$ *doit conserver par une hauteur donnée du Bar.*

Donc la *chaleur* de l'*eau bouillante* ſera $78,128 + 0,033836a - \frac{2945,484}{a}$. C'eſt cette *Formule* qu'il faudra ſubſtituer à celle que j'avois trouvée d'abord (1087); par laquelle on avoit, non la *chaleur* réelle de l'*eau bouillante*, mais la *hauteur* à laquelle elle ſoutient le *Thermomètre de mercure*.

1123. Voila tout ce qui étoit néceſſaire pour comparer les *chaleurs* réelles de l'*eau bouillante* dans mes obſervations, avec les cauſes que j'ai aſſignées à leurs différences. Nous trouverons par la dernière *Formule*, qu'elle eſt la *chaleur* que l'*eau* devoit avoir, ſuivant la Théorie, par les hauteurs obſervées du Baromètre; & la *Table*, employée comme je l'ai fait ci-deſſus (1110 & 1112), nous donnera, d'après les hauteurs obſervées du Thermomètre, la *chaleur* qu'elle avoit réellement. *Application de ces Formules, aux obſervations, corrigées auſſi, de la chaleur de l'eau bouillante.*

Je vais appliquer ces nouvelles *Formules* aux mêmes obſervations que j'avois d'abord calculées ſans correction (1088).

Lieux des obſervations.		*Haut. du Bar. en lig.*	*Chal. réelle de l'eau bouil- dans les obſ.*	*Chal. par la Théorie.*
Beaucaire,	terme moyen entre 3 obſerv.	339 $\frac{1}{4}$	80, 92.	80, 92.
Auriol,	. . . .	335	80, 67.	80, 67.
Monluel, *Lyon*, *Embournay*, *Sardon*:	term. moy. . .	330 $\frac{1}{16}$	80, 37.	80, 37.
Genève . . .	3 obſerv. . .	325 $\frac{1}{8}$	80, 09.	80, 07.
Genève & *Monetier*,	term. moy.	316 $\frac{7}{16}$	79, 55.	79, 53.
Genève 2 obſervat. *Sixt.*	term. moy.	311 $\frac{1}{4}$	79, 17.	79, 20.
Grange-Tournier *Grange des arbres* *Chemin de Graſſe-Chèvre*	term. moy.	289 $\frac{1}{24}$	77, 64.	77, 72.
Plan de Léchaud	2 obſerv. . . .	262 $\frac{1}{4}$	75, 75.	75, 77.
Glacier de Bues	. . . .	235 $\frac{15}{16}$	73, 62.	73, 63.

Après ces corrections, la Théorie de la *chaleur de l'eau bouillante*, est encore plus d'accord avec l'observation.

1124. Ainsi, après avoir rectifié la Théorie de la *chaleur de l'eau bouillante*, & corrigé les observations de cette *chaleur*, d'après la connoissance des erreurs qu'y avoit introduit le Thermomètre, on trouve encore plus d'accord entr'elles qu'il n'en avoit paru d'abord: c'est ce qu'on peut voir en comparant ces nouveaux résultats, avec ceux que j'avois donnés ci-devant sans cette correction (1088).

Je vais examiner maintenant quelques objections qu'on pourroit faire contre cette Théorie.

CHAPITRE XIV.

Examen de quelques difficultés qui se présentent, en appliquant aux phénomènes cette Théorie *de la* chaleur de l'eau bouillante.

Objection contre la Théorie précédente, tirée de ce qu'on regarde comme absolument *fixe*, la *chaleur* de l'eau qui *bout*.

1125. UNE première objection qu'on pourra me faire, ou contre les principes que j'ai établis ci-devant, ou contre la *fixité* du *terme supérieur* du Thermomètre; c'est qu'il est difficile de concevoir, que le degré de *chaleur* de l'*eau bouillante* puisse être fixe, quoique par une même hauteur du Baromètre, si la quantité de la *chaleur* qu'elle *perd*, influë si fort sur celle qu'elle *conserve*. Car il semble que par là, plusieurs circonstances étrangères aux causes qui déterminent la hauteur du Baromètre, doivent influer sensiblement sur le rapport des quantités de *chaleur*, que l'*eau bouillante* reçoit & perd en même tems, & par conséquent sur la quantité qu'elle en conserve. Ainsi par exemple, quoique la *première lame* d'une masse d'*eau* qui *bout* par un certain état de l'air, ne pût recevoir qu'une certaine quantité de *feu* avant d'en être repoussée; & qu'il dût résulter de là, si la *perte* de *chaleur* que fait cette masse pouvoit être comptée pour rien, qu'elle ne s'échaufferoit jamais qu'à un certain degré, quelle que fût la quantité de *feu* qui lui seroit appliquée: il ne semble pas qu'il doive en être de même, si cette *perte* est grande. Parce qu'alors, la quantité de *feu* appliquée, doit influer sur la promptitude de la réparation de la *perte*; & par là

par là sur la quantité de *chaleur* qui reste dans l'*eau*.

1126. Je crois en effet que cette cause influë sensiblement dans l'*eau* qui ne bout pas encore; & qu'elle n'est pas même sans influence dans l'*eau* qui bout. Mais il y a dans celle-ci une autre cause qui compense la prémière, & qui empêche que ses effets ne soient sensibles dans les observations communes: cette cause est l'*agitation*. L'*eau* qui *bout*, s'*agite* & s'élance dans l'air; & il est évident, que plus elle est *agitée*, plus elle perd de sa *chaleur*. Or plus le *feu* qu'on lui applique est étendu ou violent, plus l'*eau* est *agitée*; & par conséquent la quantité de la perte qu'elle fait de sa *chaleur*, croit, à mesure que la cause de réparation est plus grande, & ces deux effets se compensent sensiblement dans les expériences ordinaires.

Un plus grand *feu* répare plus promptement la *chaleur* que perd l'*eau* qui bout.

Mais en l'agitant fortement il lui en fait perdre davantage.

1127. Ces deux causes opposées ne croissent pas cependant dans un même rapport: aussi la *chaleur* n'est-elle pas la même dans tous les degrés d'*ébullition*. Mais il y a un point au de là duquel l'augmentation de la quantité de *feu*, n'augmente plus la quantité de *chaleur* qui reste dans l'*eau*; c'est celui où elle est déja tellement repoussée par la *chaleur* du fond du vase, & par la quantité des vapeurs qui s'y forment, que le *feu* perd autant de son action sur elle par l'augmentation de sa distance, qu'il en acquiert par celle de sa quantité; l'effet de cette prémière augmentation croissant plus rapidement que celui de la dernière. C'est alors que l'*eau* bout à son plus haut période; & c'est alors aussi, & alors seulement, que son degré de *chaleur* doit être à peu près fixe par la Théorie, & qu'il l'est par l'expérience. Je dis à-peu-près: car dans la Théorie, ce *maximum* résulte d'une certaine combinaison de circonstances, qui ne peut être rigoureusement permanente. Aussi ai-je trouvé par l'expérience, qu'elle ne l'est pas: car le degré de *chaleur* de l'*eau bouillante* ne paroit plus exactement *fixe*, lorsqu'on l'observe avec un Thermomètre bien sensible, accompagné d'un micromètre (881).

Il ne se fait une compensation à peu près exacte entre ces deux effets que quand l'*eau* bout fortement;

Cette compensation cependant ne donne jamais à l'*eau bouill.* un degré de *chal.* absolument *fixe*;

1128. C'est encore par le plus ou le moins d'*agitation* de l'*eau*, que s'explique l'insensibilité de l'effet d'une autre cause, qui, dans la même Théorie, sembleroit devoir altérer beaucoup, l'égalité de *chaleur* de l'*eau bouillante* dans un même état de

Le plus ou le moins d'agitation de l'*eau* qui *bout*, compense aussi les différences de

 l'air;

la grandeur de la surface par laquelle elle perd une partie de sa *chaleur*.

l'air; savoir la grandeur de la surface par laquelle une partie de sa *chaleur* se dissipe. Il semble dis-je, que plus cette surface est petite, c'est-à-dire plus l'embouchure du vase est étroite, plus il devroit rester de chaleur dans l'*eau*. Mais plus cette embouchure est étroite, plus le bouillonnement de l'*eau* est violent; tellement que si elle l'est à un certain point, l'*eau* s'élance entièrement hors du vase.

De grandes différences dans la forme des vases augmentent beaucoup la *chaleur* de l'*eau* avant l'*ébullition*.

1129. Maintenant je vais montrer, que la *fixité* de la *chaleur* de l'*eau bouillante* dans les expériences ordinaires, n'est réellement que l'effet d'une compensation sensiblement exacte, entre les causes de différences dont je viens de parler: c'est-à-dire qu'en effet, il y auroit de grandes différences dans la *chaleur* de l'*eau*, par les différences de la *dissipation* de cette *chaleur* ou de la quantité du *feu* appliqué, si le plus ou le moins d'*agitation* de l'*eau* quand elle *bout*, ne compensoit pas ces différences. Je n'ai pour cela qu'à rappeller quelques-unes des expériences dont j'ai parlé ci-devant. L'*eau* étant presque entiérement environnée d'huile chaude dans le matras de ma 7e. *expérience*, sans être encore agitée par l'*ébullition*, acquit près de 90 *degrés* de chaleur (1072); tandis que si je l'y avois fait *bouillir*, elle n'en auroit conservé que 83; car dans une expérience que je n'ai pas rapportée que, parce ce n'étoit encore qu'un tâtonnement (1046), l'*eau*, après s'être échauffée jusqu'à 85 *degrés* avant de bouillir dans un matras semblable à ce prémier, n'en conserva plus que 83, lorsqu'après s'être élancée, elle bouillit au fond du matras. On a vu aussi, dans la 5me. expérience (995), que dans le fond d'un grand matras, où l'eau avoit $82\frac{2}{4}$ *degrés* de *chaleur* avant de bouillir, elle n'en conserva plus que $81\frac{3}{4}$ lorsqu'elle fut agitée par l'*ébullition*. Je dois faire remarquer, que quoique dans ces deux cas l'eau *bouillante* aît conservé plus de 80 *degrés* de chaleur, je n'attribue pas toute cette différence à celle de la forme des vases, comme on le verra ci-après (1133).

D'assez grandes différences dans les vases ne produisent pas d'effet sensible sur la chal.

1130. Il est donc certain, que de grandes différences dans la forme des vases, ainsi que dans l'intensité ou l'étenduë du *feu*, influent beaucoup sur le degré de *chaleur* de l'*eau* avant l'*ébullition*. Il paroit aussi que ces grandes différences influent sensi-

ſenſiblement ſur la *chaleur* de l'*eau bouillante* : & c'eſt par cette raiſon, que j'ai donné la figure & les dimenſions du vaſe & du réchaud que j'ai employé dans mes obſervations. Mais il eſt certain en même tems, qu'il y a aſſez de latitude entre les diverſes formes & grandeurs de vaſes & de foyers qui ne changent pas ſenſiblement la *chaleur* de l'*eau bouillante*, pour qu'on ne ſoit pas obligé de ſe gêner à cet égard, tant qu'il ne s'agira pas d'expériences extrêmement délicates, & dans leſquelles même, le Thermomètre doive ſe tenir près du *point fixe ſupérieur*, ou au deſſus de ce point.

de l'*eau* qui *bout*.

1131. Il ſe préſente encore une difficulté dans mon ſyſtème, tirée des différences de la *chaleur* de l'*air* quand on fait bouillir l'*eau*. Nous voyons que les corps perdent d'autant plus promptement leur *chaleur*, que ceux avec leſquels ils communiquent en ont moins : & particulièrement, plus la *chaleur* d'un corps excède la *chaleur* de l'*air* environnant, plus ſon *réfroidiſſement* eſt rapide. Si donc la quantité de la *perte* que l'*eau bouillante* fait de ſa *chaleur* dans l'*air*, influe eſſentiellement ſur la quantité de la *chaleur* qu'elle conſerve ; il paroit que, toutes choſes d'ailleurs égales, l'*eau bouillante* doit être plus ou moins chaude, lorſque l'*air* eſt plus ou moins chaud. Cependant je n'ai pas trouvé que les différences de la *chaleur* de l'*air*, ayent ſenſiblement influé ſur les réſultats de mes obſervations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, faites à diverſes hauteurs : c'eſt ce que j'ai dit ci-devant (957) ; & qui paroît oppoſé à cette conſéquence de mon ſyſtème.

Autre objection contre cette Théorie, tirée de l'effet que devroit produire les différences de la chaleur de l'air, ſur celle de l'*eau bouillante*.

1132. Cette difficulté me paroît de même genre que la précédente : c'eſt-à-dire que je crois que la *chaleur* de l'*air* environnant, influe en effet ſur celle de l'*eau* qui *bout* : mais il s'agit de déterminer la quantité de ſon influence. A en juger par mes obſervations, cette influence eſt trop petite, pour être apperçuë au travers des autres cauſes d'incertitude, tant que la différence de *chaleur* de l'*air* n'eſt que d'environ 18 *degrés*. Je n'ai pas pu obſerver par de plus grandes différences de *chaleur* de l'*air*, à cauſe de la perte de mon Thermomètre (962). Et même la différence de *chaleur* de l'*air* autour de mon *eau*, n'a ſûrement pas été ſi grande : car je ne

La chaleur de l'air influë en effet ſur celle de l'*eau bouillante*. Mais inſenſiblement dans les expériences ordinaires.



l'obſervois qu'en plein air, à une certaine diſtance de l'eau; & je ne connoiſſois ainſi que la température générale de l'*air* du lieu; tandis que l'*air* qui environnoit l'*eau*, étoit échauffé, & par la chaleur qui ſortoit de l'*eau* même, & par celle du feu qui la faiſoit bouillir; ce qui produiſoit une température en quelque ſorte commune à toutes mes expériences; ou qui occaſionnoit du moins des irrégularités, que le Thermomètre expoſé en plein *air* ne pouvoit indiquer.

Elle influe ſenſiblement dans certains cas.

1133. Mais des expériences d'une autre eſpèce m'ont prouvé, que la *chaleur* de l'*air* influe en effet ſur celle de l'*eau* qui *bout*; ce ſont celles que j'ai déjà citées au Nº. 1129; dans leſquelles l'*eau*, bouillant au fond de mon petit matras, avoit 83 *degrés* de *chaleur*, & 81½ dans un plus grand matras; quoique dans l'un & dans l'autre, la ſurface de l'*eau* qui communiquoit avec l'*air* dans leur boule, fût proportionnellement auſſi grande que dans les vaſes ordinaires, & que leur col fût abſolument ouvert. Cette plus grande *chaleur* de l'*eau* qui *bouilloit* au fond de ces matras, ne peut donc provenir, du moins en plus grande partie, que de ce que l'*air* environné d'huile échauffée à 112 *degrés*, contractoit aſſez de *chaleur*, pour diminuer ſenſiblement la diſſipation de celle de cette *eau*; qui par conſéquent devoit en conſerver davantage. Mais ſi une ſi grande *chaleur* de l'*air* a pu produire un effet ſenſible ſur celle de l'*eau bouillante*; il ne ſauroit en être de même dans l'air libre; ou du moins, des différences telles que je les ai obſervées dans la température de l'*air*, n'y influent pas aſſez, pour que leurs effets puiſſent être diſtingués des autres cauſes d'incertitude.

Ainſi les difficultés qui ſe ſont préſentées à mon eſprit contre mon ſyſtème, du genre de celles qui peuvent être ſoumiſes à l'expérience, n'ont ſervi qu'à l'éclaircir & à le confirmer de plus en plus: puiſque les phénomènes font appercevoir les effets des cauſes ſécondaires que j'avois négligées en traitant des cauſes principales; effets qui ne doivent avoir lieu, qu'autant que ces cauſes principales exiſtent.

CHA-

CHAPITRE XV.

Examen des objections qu'on pourroit tirer de la nature même des LOIX *assignées aux* CAUSES *dont il a été question dans les* CHAP. *précédens. Réflexions générales sur ce genre d'objections.*

1134. LEs objections que j'examinerai dans ce Chapitre, sont d'un genre intéressant en lui-même; parce qu'elles sont communes à la plûpart des systêmes de Physique. Elles consistent principalement, à presser par la rigueur du Calcul, les conséquences des *Loix* sous lesquelles paroissent se ranger certains phénomènes, & à exiger que les causes auxquelles on attribuë ces phénomènes, se prêtent à ces conséquences rigoureuses. J'ai fait de ces objections une classe à part; parce qu'après leur avoir opposé des raisons particulières à la matière que je traite, je me propose d'y répondre d'une manière générale.

Genre d'objections dont il s'agira dans ce *CHAPITRE*.

1135. La Formule que j'ai donnée pour trouver *a priori* la *chaleur* de l'*eau bouillante*, d'après la hauteur observée du Baromètre, est celle-ci: $78,128 + 0,033836\,a - \frac{2945,484}{a}$; où la lettre *a* représente la hauteur du Baromètre exprimée en *lignes*. D'où il résulte, que si l'on pouvoit faire l'observation de la *chaleur* de l'*eau bouillante* au dessus de l'Atmosphère, c'est-à-dire dans un lieu où la hauteur *a* du Baromètre seroit égale à 0; la soustraction à faire de la quantité de *chaleur* exprimée par 78,128, seroit *infinie*: c'est-à-dire, suivant les principes d'où découle la Formule, que l'eau perdroit *infiniment* plus de *chaleur* qu'elle n'en acquerroit; ce qui est absurde.

Conséquence absurde qui découle de la *Théorie* précédente, en pressant à la rigueur les *Loix* qui en découlent.

1136. Je conviens de cette absurdité. Mais par sa nature elle ne renverse point les principes dont je suis parti. Je les ai énoncés en physicien, & non en mathématicien; voilà d'où naît l'objection. L'un de ces principes est, que *la dissipa-*

C'est qu'elle suppose, pour la commodité, que la *vîtesse* des particules du *feu* peut croître à l'infini.

diſſipation de la chaleur de l'eau qui bout, eſt en raiſon inverſe de la denſité de l'air environnant: & j'ai trouvé *ſenſiblement* ce rapport par l'expérience. Mais en l'admettant comme règle, j'ai bien compris que cette règle ne pouvoit pas être rigoureuſement exacte. Car d'abord elle ſuppoſe que la *vîteſſe* avec laquelle le *feu* s'écarte des corps, peut croître à l'infini, ſi l'obſtacle qui le retarde devient nul. Or quelque *élaſticité* que nous attribuïons au *feu*; c'eſt-à-dire, quand même nous ſuppoſerions qu'il peut s'étendte ſans borne lorſqu'il ne trouve point d'obſtacle à ſon expenſion; il lui faut toûjours du *tems* pour s'étendre; & ſes particules, quoiqu'abſolument libres de de ſe mouvoir, ont un *maximum* de *vîteſſe* qu'elles ne peuvent paſſer. Ainſi le *feu* ne ſe diſſipera pas avec une *viteſſe infinie*; & parconſéquent la *Loi* que ſuivent les *pertes* que l'*eau bouillante* fait de ſa *chaleur*, ne pourra pas être rigoureuſement auſſi ſimple que je l'ai énoncée pour la commodité. Les augmentations de ces *pertes*, auront bien toûjours pour leur cauſe principale, les diminutions de la *denſité* de *l'air*; mais il faudra y faire entrer comme une autre cauſe, qui modifiera la prémière, les bornes de la *vîteſſe* avec laquelle le *feu* peut s'échapper des corps qui le contiennent, abſtraction faite des obſtacles.

Ce qui n'eſt pas.

Mais à ne conſidérer que les Phénomènes de l'eau bouillante, les bornes de cette vîteſſe ne ſont pas ſenſibles.

1137. Voilà de quoi pourroit s'occuper le Mathématicien, ſi les phénomènes lui donnoient quelque priſe pour évaluer les divers degrés de *vîteſſe* des particules du feu, plus ou moins rallenties par les particules d'*air* qu'elles rencontrent en leur chemin. Il peut encore, en partant de quelque hypothèſe, s'enfoncer dans ces labyrinthes du calcul dont on ne peut ſe tirer que par une force d'attention qui étonne. Mais pour le Phyſicien, il lui ſuffit de ſavoir, que la *vîteſſe* des particules du *feu* eſt aſſez grande, pour que les bornes de cette *vîteſſe* ne ſoient pas ſenſibles, tant que la différence des obſtacles qui s'oppoſent à ſa diſſipation n'eſt pas grande; & qu'il ſe diſſipe alors *ſenſiblement* d'autant plus *vîte*, que les obſtacles ſont moindres. C'eſt-là en effet ce que j'ai trouvé dans les phénomènes de l'*eau-bouillante*.

Autre abſurdité de la Théorie précédente

1138. Ce n'eſt pas à cet égard ſeulement que ma Formule ſera inexacte, lorſqu'on voudra l'appliquer à des cas extrêmes. Car

Car il ne peut *sortir* de *l'eau* d'autre *feu* que celui qui y est entré. Ainsi quand il seroit vrai que le *feu* s'échappe avec une *vitesse infinie* lorsqu'il ne rencontre point d'obstacle; il n'en résulteroit jamais une soustraction *infinie*, à faire d'une quantité *finie*, comme le suppose enfin cette formule; mais seulement une soustraction *totale* de cette quantité : c'est-à-dire, que lorsque le *feu* ne trouveroit aucun obstacle à sortir de *l'eau*; à mesure qu'il y entreroit d'un côté, il en sortiroit de l'autre; tellement que *l'eau*, supposée au dessus de l'Atmosphère, ne pourroit retenir aucune *chaleur*, quand même elle seroit exposée à l'action du *feu*.

lorsqu'on la presse avec une rigueur qu'on ne doit pas appliquer à la physique.

Mais pourroit-elle y être exposée? Le *feu* délivré de toute pression, pourroit-il se rassembler sur aucun corps? Nous voyons qu'il se détache avec d'autant plus de rapidité des matières qu'on nomme en physique son *aliment*, que l'*air* dont il est environné est plus rare : le *feu* visible se conserve moins sur les montagnes que dans la plaine (906); il s'éteint sous les récipiens dont on pompe l'air. Comment concevrions-nous donc, que l'*eau* pût éprouver l'action du *feu* au dessus l'Atmosphère, où la suppression de l'*air* auroit lieu sans le secours d'un vase, dont la matière même retient le feu?

Remarques sur l'action du *feu* au dessus de l'Atmosphère.

1139. Telles sont les principales difficultés que j'ai apperçues moi-même, lorsque j'ai voulu porter mon examen dans cette matière au delà des effets sensibles: & je suis bien éloigné de croire que j'aie tout vu. Mais comme la solution complette de ces difficultés étoit hors de ma portée; en même tems que l'influence des causes d'où elles naissent est insensible dans les phénomènes; j'ai cru pouvoir m'arrêter aux *Loix* simples auxquelles se prêtoient mes observations; puisque je n'aurois pu sortir de cette simplicité, que par des routes très-arbitraires.

La Théorie précédente s'accorde avec les phénomènes, & cela suffit pour la physique.

1140. En général, lorsque nous voudrons approfondir les phénomènes, pour remonter aux causes; si nous ne nous faisons pas une idée juste du degré d'exactitude dont nous pouvons nous contenter; nous donnerons dans l'un de ces deux excès, également nuisibles à la jouissance que nous offre la Nature; ou de porter le doute sur tout; ou de nous en-

Bornes que nous devons mettre en physique au desir de l'exactitude.

foncer dans des labyrinthes, dont nous ne trouverions jamais les issues. Les phénomènes nous indiquent assez sûrement les causes qui sont en *pleine action* : parce que les différens degrés de leurs effets deviennent sensibles. Mais nous ne devons point attendre de déterminer exactement ces effets : il nous échappe toûjours quelque cause qui les modifie, mais dont l'action est telle, que les différences de ses effets, par lesquelles seules nous pourrions l'appercevoir, sont encore insensibles.

Causes générales de l'imperfection des découvertes en physique.

1141. Ainsi, quoique nous ne puissions remonter aux *Causes* avec quelque sûreté, que par la découverte des *Loix* que suivent les phénomènes ; nous ne devons pas nous attendre à découvrir ces *Loix* avec une parfaite exactitude : nos instrumens, nos organes, la portée même de notre intelligence, ne nous permettront jamais de saisir les phénomènes avec une précision rigoureuse. Il faudroit pour y suppléer, que nous pussions toûjours embrasser de grandes différences dans l'action des mêmes causes : & le plus souvent les causes sont limitées dans leurs effets les unes par les autres, & nous ne pouvons observer qu'une petite étenduë de leurs progrès.

Ressemblance sensible dans les phénomènes, de Loix très-différentes en elle-mêmes.

1142. C'est de là que procède cette marche unie de la Nature, qui conserve à l'Univers une forme sensiblement stable : mais c'est en même tems un des grands obstacles aux progrès de nos connoissances. Tant qu'on n'a qu'un petit nombre de *termes* d'une *suite*, & que ces *termes* ne sont pas rigoureusement déterminés ; ils se prêtent avec la même exactitude à des *Loix* d'espèces très différentes.

Exemple tiré des observations de la chaleur de l'eau bouillante.

1143. Nous en avons un exemple dans la matière même que je traite. La formule que j'ai tirée de la Théorie des variations de la *chaleur de l'eau bouillante*, & celle sous laquelle les phénomènes se sont sensiblement rangés, sont presqu'entiérement d'accord dans l'étenduë de changement qu'embrassent mes observations. On peut le voir en comparant les deux dernières colonnes de la *Table* que j'ai donnée au N°. 1088. La seule différence un peu sensible qui s'y trouve, est au plus grand abbaissement du Baromètre que j'aie observé ; & cette différence n'excède pas l'erreur reconnuë

possible

poſſible dans l'obſervation même (881). Cependant, ſi l'on compare les réſultats de ces *formules* appliquées à de plus grands abbaiſſemens du Baromètre, on y trouvera des différences très-grandes. Elles donnent encore il eſt vrai le même réſultat dans le cas extrême dont j'ai déjà parlé; c'eſt-à-dire celui où la hauteur du mercure ſeroit réduite à o dans le Baromètre: car l'une & l'autre expriment la *chaleur de l'eau bouillante* dans ce cas là, par *l'infini négatif* (*a*). Mais ſi l'on ne ſuppoſe la hauteur du mercure réduite qu'à 1 *ligne*; la *Loi* ſous laquelle j'ai trouvé d'abord que les phénomènes paroiſſoient ſe ranger, indiquera la *chaleur de l'eau bouillante* à 103,87 *degrés* au deſſous du *zéro* de l'Echelle du Thermomètre; tandis que celle que j'ai tirée de la Théorie, l'indiqueroit à 3097,16 *degrés* au deſſous du même point: & ſi l'on prend la hauteur du mercure dans le Baromètre toûjours moindre; les écarts des deux *formules* augmentent de plus en plus, juſqu'à ce qu'ils ſe confondent dans *l'infini négatif*, comme je viens de le dire, quand la hauteur du Baromètre, eſt réduite à o. Comment donc pourrons nous eſpérer de trouver des *Loix* rigoureuſement exactes dans les phénomènes, tandis qu'ils ſe prêtent avec la même probabilité à des *Loix* ſi différentes?

Impoſſibilité de trouver des *Loix* rigoureuſement exacte dans les phénomènes.

1144. Cela n'empêche point cependant que nous ne puiſſions, pour notre commodité, réduire aux *Loix* ſimples les plus prochaines, les *ſuites* toûjours un peu irrégulières que nous fourniſſent les obſervations; puiſque nous n'avons point d'autre moyen de parvenir à eſtimer, par la connoiſſance

On peut s'en paſſer en phyſique.

def-

(*a*) La *formule* par laquelle j'ai trouvé d'abord que l'on pouvoit exprimer en 100e. de *deg.*, la *chal.* de l'*eau bouill.* par les haut. *a* du Bar., eſt celle-ci:

$$\frac{Log. a \times 99}{200000} - 10387;$$

(961). Cette *formule* (comme celle que j'ai trouvé par la Théorie) donne *l'infinitif négatif* pour la *chaleur* de *l'eau bouillante*, quand la hauteur du Baromètre eſt réduite à o; car le *Logarithme* d'une grandeur moindre que l'unité ſelon un rapport quelconque, eſt la négation du *logarithme* d'une autre grandeur qui ſeroit au contraire plus grande que l'unité ſelon ce même rapport. Quand cette grandeur eſt *infiniment petite*, ſon *logarithme* eſt la négation du *logarithme* d'une grandeur *infinie*. Or ce *logarithme* eſt évidemment *infini*; puiſqu'on peut conſidérer la dernière grandeur comme la puiſſance *infinitième* de la baſe dont on ſe ſert, de 10 par exemple dans les *logarithme* vulgaires. Si donc dans la *formule* ci-deſſus, *a* eſt égal à o, ſon *log.* étant l'*infini négatif*, la valeur de la formule ſera auſſi *l'infinitif négatif*.

d'effets soumis à nos mesures, d'autres effets dont nous savons que ces prémiers sont toûjours accompagnés, mais que nous ne pouvons mesurer eux-mêmes que rarement ou difficilement. Cette manière de mesurer les effets les uns par les autres, est un des principaux fondemens de la physique expérimentale & pratique ; & l'expérience nous y fait trouver tous les jours une utilité qu'on ne sauroit méconnoître.

Mais on ne doit pas oublier qu'on s'est contenté d'à-*peu-près*; quand on veut presser les conséquences des *Loix* admises.

1145. Mais en tirant de la réduction des phénomènes à des *Loix* régulières, les usages auxquels cette réduction est propre ; nous ne devons pas oublier, que la simplicité de ces *Loix* n'est presque jamais que l'effet de notre besoin ; & que parconséquent elle ne peut devenir une raison de refuser d'admettre des *Causes*, d'ailleurs probables, qui ne se prêteroient pas rigoureusement à cette simplicité.

Application de cette remarque aux *Loix* admises ci-devant.

C'est cette considération générale que je me proposois d'ajouter aux réponses particulières que j'ai faites dans le commencement de ce Chapitre, à la classe d'objections qui en est l'objet. Chacun des principes qui entrent dans ma Théorie de la *chaleur de l'eau bouillante*, a ses preuves à part dans des phénomènes particuliers ; & cette Théorie elle-même est confirmée par les phénomènes de *l'eau bouillante*. Par la hauteur observée du Baromètre, je conclus quelle doit être la *chaleur* de *l'eau bouillante* dans le même lieu & au même moment : je le conclus en soustrayant de la *chaleur* que cette *eau* doit recevoir par une certaine *cause*, celle qu'elle doit perdre par une autre *cause* ; & le Thermomètre confirme ma conclusion. Je suis donc autorisé à croire, que ces *causes* existent, & qu'elles suivent *sensiblement* dans les phénomènes, les *Loix* que je leur ai assignées, quoique ces *Loix* ne soyent pas rigoureusement exactes.

On ne doit pas rejetter toutes les *causes* qui ne s'accordent pas rigoureusement avec les *Loix* des *phénomènes*.

1146. En m'arrêtant sur cette considération, je n'avois pas uniquement en vuë mon systême sur l'*eau bouillante* ; mais tous les systêmes de Physique qui sont susceptibles des mêmes objections : je n'en donnerai qu'un exemple.

J'ai souvent ouï M. *Le Sage* se plaindre, de ce que des Physiciens, se fondant sur les expériences de *Galilée*, suivant

lesquelles, les *espaces* parcourus par les corps qui tombent vers la Terre, mesurés depuis le commencement de la chûte, suivent la raison des *quarrés des tems*; ont soutenu, que la *Pesanteur* ne pouvoit être expliquée par des *chocs*; qui en effet ne sauroient s'accorder avec cette Loi, prise dans la rigueur Géométrique.

Exemple tiré de l'application de la Loi de *Galilée* sur l'accélération de la chute des corps, aux explications mécaniques de la *pesanteur*.

Mais *Galilée* pouvoit-il avoir des déterminations *rigoureusement* exactes dans ses expériences? Comment a-t-il évalué les effets de la résistance de l'Air? A quel degré de précision ses instrumens lui donnoient-ils la mesure des *tems* & celle des *espaces* parcourus? Voilà ce qu'il falloit examiner, avant de regarder la *Loi* de *Galilée* comme *rigoureuse*, & d'en tirer des conséquences contre tout mécanisme qui ne la fourniroit pas telle. Car par exemple. Si les *espaces* mesurés depuis le commencement de la chûte, au lieu de suivre la Loi des *quarrés* des tems, ou nombres-d'instans, écoulés depuis ce commencement; suivent celle des nombres *triangulaires* qui correspondent à ces nombres-d'instans: Loi qui, dès qu'il s'est écoulé quelques centaines d'instans, diffère si peu de celle de *Galilée*, qu'il est impossible de les distinguer l'une de l'autre dans l'*observation*: alors la *Pesanteur* devient explicable par une Cause non continue, c'est-à-dire qui agit seulement par intervalles. Et si les *espaces* parcourus vers la fin d'une chûte ordinaire, sont supposés être moindres d'une millième partie que ne l'exigeroit la *Loi* abstraite de *Galilée*, partant des *espaces* parcourus au commencement de la chûte; supposition que souffrent très aisément nos Mesures, qui sont là-dessus d'une inexactitude inévitable: alors, la *Pesanteur* devient explicable par un Fluide qui ne se meut pas infiniment vîte; auquel même il suffit d'assigner, pour ce cas particulier, une vitesse égale à celle de quelcune des Planètes.

Qu'on emploie donc la Loi de *Galilée* au calcul de certain phénomènes, où ses défauts ne peuvent introduire autant d'erreur, que l'observation elle-même; voilà où elle est applicable, & où l'on a raison de s'en servir à cause de sa simplicité, tant que ni l'expérience, ni la réflexion, n'en

auront pas indiqué une autre avec plus de certitude. Mais on n'est fondé à l'alléguer contre aucun systême, probable d'ailleurs, qui supposeroit dans la *chûte des corps*, une Loi différente de celle-là, dès qu'elle est aussi conforme aux phénomènes.

Nécessité de déterminer les Limites des erreurs possibles dans les observations physiques.

1147. En un mot, après le soin de perfectionner les observations, rien n'est plus nécessaire aux solides progrès de la Physique, que de chercher à déterminer les Limites des erreurs qui peuvent rester dans les observations. C'est par là seulement qu'on peut rejetter avec raison, ou admettre avec un degré connu de probabilité, les Causes suggérées par l'imagination, qui devance presque toûjours les leçons immédiates de la Nature.

FIN.



TABLE

TABLE
DES MATIERES CONTENUES DANS LES DEUX VOLUMES.

Indiquées par les Numeros *des Paragraphes.*

A.

ABEILLES, dans le voisinage des *Glaciers des Alpes*. . . . . N°. 930

ACIER, se rouille dans le *mercure*. 463

SES réfroidissemens dans l'*air* & dans le *vuide*. 971

ADHESION (L') du *mercure* au tube du *Baromètre*, rend inutiles les moyens qu'on a employés pour augmenter l'apparence de ses *variations*. 50

De même qu'une grande subdivision des parties de l'*Echelle* de cet *instrument*. . . . 51 & 486

AEROSPHERE, de la *Lune*. 805 & s.

ÆTNA. Les exhalaisons qui sortent du sommet de ce *Volcan* s'abbaissent plus ou moins, suivant le degré de densité de l'*Air*. 705

AFRIQUE; La *chaleur* & la *pression* y produisent sur l'*air* les mêmes effets que dans les autres Parties du Monde. 784

AIR. Erreurs des *Anciens* sur sa nature. 2

SA pesanteur découverte par *Toricelli*, par le moyen du *Baromètre*. 7

Descartes paroit l'avoir reconnuë plutôt. 8

Différence de l'AIR dans la *Plaine* & sur le *Montagnes*. . . . . N°. 124 & 931

L'AIR est de même nature dans tous les *Climats*. . . . . 148 & 784

SA dilatabilité reconnuë par *Pascal*. 230

Le rapport de SA pesanteur spécifique avec celle l'*Eau* estimé très différemment par *Galilée* & *Riccioli*. 235

Expériences de *Boyle* pour trouver ce rapport. 236

Détermination adoptée par *Halley*. 259

Par le même, pour le rapport entre les pesanteurs spéc. de l'AIR & du *mercure*. 260

NB. *Voyez dans la suite de cet article de nouvelles expériences sur cet objet.*

La loi des condensations de l'AIR trouvée par *Richard Townley*, disciple de *Boyle* 242

La loi de ses dilatations démontrée par *Boyle*. 244

Et par *Mariotte*. 247

Ces loix sont communes à l'AIR de tous les *Climats* à toute *hauteur*. 248

Elles ne peuvent être rigoureusement exactes dans les extrêmes; elles le sont sensiblement dans la partie de l'*Atmosphère* que nous habitons. 249

Effet de l'AIR qu'on renferme avec le *mercure* dans les *Baromètres*. . . . . N°. 343 & s.
IL s'attache à la surface des corps. 345
Quand IL a été détaché par le *feu* de la surface intérieure d'un *tube* de *Baromètre*, il faut du tems pour qu'il s'y attache de nouveau. . . 357
On ne LE chasse pas entièrement des Baromètres en y faisant bouillir le *mercure*; mais on y en laisse toûjours une même *quantité*, ce qui rend les *Baromètres* uniformes. . . . . 360 & s.
L'AIR qui se rassemble dans l'*eau* prête à se *gêler*, est ajouté au volume de celle-ci, & l'augmente. . 413 *b*
Mais IL la dilate plus encore en reprenant alors l'*élasticité* qu'il avoit perduë dans les pores de l'*eau* . . . . , 413 *e*, & s.
Preuve de l'augmentation du volume des liquides par *l*'AIR qui se dégage. . . . . . . 413 *f* & *g* . . . . *k* & *l*
Appliquée à l'augmentation du volume de l'*eau* qui se *gèle*. . 413 *h* & *i*
NB. *Voy. dans la suite de cet article de nouveaux détails sur l'*AIR *qui se dégage des liquides.*
L'AIR donne quelqu'*élasticité* aux *liquides*. . . . . . . 413 *f*
Questions rélatives à l'influence de la *chaleur* sur le *ressort* de l'AIR. . . . . 416 *g* & s.
Propriétés de l'AIR qui semblent le rendre propre à la mesure de la *chaleur*. . . . . 420 *c*
Propriété qui l'y rend impropre. . . . . *ibid.* & s.
Thermomètre d'AIR d'*Avicenne* & de *Drebbel*. . . . . 420 *d*
D'*Amontons*. . . . . . 421 & 429
Les changemens de la *force élastique* de l'AIR par la *chaleur* sont proportionnels au *poids* dont il est *chargé*. . . . . N°. 421. *p* & 434 *d*
Ils varient aussi selon le degré de *pureté* de l'AIR. . . . . 421 s.
Il faut purger d'AIR les *liquides* dont on fait des *Thermomètres*. 423 *a* & s.
Méthode pour purger d'AIR les *Thermomètre d'esprit de vin*. 423 *c* & s.
L'AIR favorise la formation des *vapeurs* dans l'intérieur des *liquides*. . . . . 423 *k*
NB. *Voyez dans la suite de cet article d'autres remarques & expériences sur le même objet.*
Influence du poids de l'AIR sur la chaleur de l'eau bouillante: Voyez *Eau bouillante*.
Quand la *chaleur* dilate l'AIR dans l'*Atmosphère*, l'expansion de ce fluide se fait en trois sens principaux. 524
Du *Levant* au *Couchant*. . . 525. 526
Du *Couchant* au *Levant*. . . 527
De *bas* en *haut*. 529
Plus l'AIR est dense dans l'*Atmosphère*, plus il y a de différence entre des Baromètres placés en deux mêmes lieux différemment élevés. 548
Détails élémentaires sur la Loi des *condensations* de l'AIR. . 559 & s.
Les différences de *poids* produites dans une même colonne d'AIR libre, par des différences de la *chaleur* qui font parcourir au *Thermomètre* des degrés égaux; ne sont pas égales entr'elles. 604
Erreur sur la densité de l'AIR au *Niveau de la Mer*. 650
Elle y varie continuellement. . 651
Exemples de ses différences à ce *Niveau*. 652
Elle y suit les mêmes *Loix* que dans les autres parties de l'*Atmosphère* 654
L'inertie de l'AIR peut occasionner des condensations irrégulières dans l'*Atmosphère* quand la *chaleur*

y varie. . . . . . N°. 659
Il est difficile de découvrir les vrais rapports des *dilatations* de l'AIR & du *mercure* par la *chaleur*. . 661 & s.
Les *vapeurs* montent dans l'AIR par leur *légéreté* rélative. . . 675 & s.
Le *Feu* a moins d'*affinité* avec l'AIR qu'avec l'*eau*, & avec les *matières combustibles*. 676
Comment l'AIR augmente l'action du *feu* sur ces matières. . . . 677

NB. Voyez de nouvelles remarques sur le même objet à la suite de cet Article.

L'AIR s'oppose à l'expansion du *fluide électrique*. 682
Erreur de nos *sens* sur la *température* de l'AIR *humide*. . . . 697
IL ne dissout pas l'*eau* à la façon des *menstrues*. 701
L'AIR mêlé de *vapeurs* est plus *léger* que l'AIR *pur*, & parconséquent il *pèse* moins sur le *mercure* du *Baromètre*. 711
Effet des *vapeurs* sur *l'élasticité* de l'AIR. 715
Les *vapeurs* fort échauffées augmentent SON *élasticité*. . . . 716
Moyens de connoître la pesanteur spécifique de l'AIR en tout tems & dans tous les lieux. . . , 786 & s.
Poids d'un pied cube d'AIR *donné*. 791
Les différences de *densité* de l'AIR produisent des changemens dans les *Réfractions*. 808
Quand la *chaleur* varie dans l'*Atmosphère*, les changemens ne sont pas les mêmes dans toutes les couches d'AIR. 812
Il résulte de ce fait, que la quantité des *Réfractions* est déterminée par l'état de l'AIR au Lieu de l'observation. . . . . *ibid.*
L'état de l'AIR quant aux *Réfractions*, varie par la *chaleur*, par le *poids* qui le comprime, & par son mélange avec d'autres *fluides*. 824 & s.
Les changemens de *densité* de l'AIR, produisent des changemens proportionnels dans la *hauteur du Baromètre*, & dans les *Réfractions*. 830 & s.
Le peu de résistance de l'AIR au sommet des *Montagnes*, fait qu'on y tire au *fusil* avec beaucoup plus de justesse que dans la *Plaine*. . N°. 896
La même cause y diminuë l'action du *feu* sur les *matières combustibles*. . . . , 903 & 919
Effet de la pureté de l'AIR des *Montagnes* sur l'état du *corps*. . . . 925
Sur la bonté des eaux. Au 2d. N°. 932
Bleu vif & foncé de l'AIR sur une haute *Montagne*. . . 931
Grande *sécheresse* de l'AIR sur cette même *Montagne*. NB. Au 1er. N°. 932
Les variations de *densité* ou de *pression* de l'AIR ne sont pas la cause des altérations de la *santé* ou des *forces* qui accompagnent les variations du Baromètre. . . 940 & s.
L'AIR retient d'autant moins le *feu* dans les *corps*, qui est plus rare. 970
Refroidissement des *corps* dans le *vuide* & dans l'AIR. . . . 971
L'AIR repousse les *vapeurs* & en est repoussé. 970
Une grande partie de l'AIR renfermé dans l'*eau* y est privée d'*élasticité*. 999
Ce qui vient probablement de ce qu'IL est engagé dans des pores étroits où il a perdu son mouvement. 1006
Cet AIR privé d'*élasticité* ne se dégage pas de l'*eau* par la seule suppression de l'AIR extérieur dans les *récipiens*. . . 999 & 1018
Le *feu* redonne à cet AIR son *élasticité*, en le délogeant des *pores* de l'*eau*. . . 1000 & s.
Le choc de l'*eau* contre les autres corps, ou contre elle-même, produit le même effet. . . . 1031 & 1034

AIR dégagé de l'*eau*, qui produit un soufflet très fort. . N°. 1031 *note*.
Quand l'AIR se dégage dans l'*eau* qui est chaude, il occasionne une *vaporisation interne*. 1002 & s. & 1019
Moyen de vuider d'AIR des *matras* qui contiennent de l'*eau*. . 1022 & s.
Difficulté de purger l'*eau* de tout son AIR. . . . 1030 & 1048
L'AIR dégagé de l'*eau* par les secousses, y rentre par le repos. 1035
IL y rentre en très peu de tems. 1073
Volume d'AIR sorti d'une même masse d'*eau* en plusieurs fois. 1056 à 1068
L'*eau* purgée d'AIR résiste à être séparée dans les secousses. 1060 & 1068
ALPES. Formation des *Rivières* qui en sortent. . . . 157. & 159
La quantité de *glace* que renferment les ALPES, est une source inépuisable pour ces *Rivières*. . . . 935
Sur la hauteur de quelques sommités des Alpes. Voyez *Mont-blanc*, *Glacier de Buet*.
Sur quelques autres particularités des ALPES; Voyez la Rélation de divers voyages aux Montagnes de *Sixt*. . . . . . 884 & s.
AMERIQUE. Les condensations de l'AIR suivent les même Loix dans cette Partie du Globe, qu'en *Europe* & en *Afrique*. . . 774 & 784
AMONTONS. Inventeur d'une correction au *Baromètre double*. . 32 *note*.
Du *Baromètre conique* . . 45 & s.
D'un *Baromètre réduit*. . . 52 & s.
D'un *Baromètre à l'usage de la Mer*. . . . . . . 58 & s.
Son Hypothèse sur les *irrégularités du Baromètre*. . . 66 & s.
Ses recherches sur l'effet de la *chaleur* dans le *Barom*. . . 105 & s.
Son *Thermomètre*. . . 421 & 429
ANAC (M.) Ses objections contre les expériences de M. *Braun* sur la *congélation du mercure*. . . 1416
ANIMAUX: sont sensibles au changemens d'état de l'*air* qui font varier le *Baromètre*. . N°. 717 & s.
ARBRES & ARBUSTES: ne peuvent prospérer à une certaine hauteur dans les *Montagnes*. . . 203 & 924
ATMOSPHERE. Doit être plus élevée sous *l'Equateur* que vers les *Poles*. 199
Et cependant ELLE n'y presse pas pas plus sur la surface de la *Terre*. *ibid.*
Recherches sur l'effet que les variations de la *chaleur* doivent produire dans le poids total des colonnes de l'ATMOSPHERE. . 201 & s.
Les plus grandes variations de la *chaleur* sont dans la partie inférieure de l'ATMOSPHERE. . . 203
SES parties supérieures sont peu susceptibles de *s'échauffer*. . . . *ibid.*
Effet du passage de l'*Hiver* à l'*Eté* & de la *Nuit* au *Jour* sur le *poids* de l'ATMOSPHERE, par les variations de la *chaleur*. 204
Remarques sur les changemens que les *vents* peuvent produire dans ce *poids*, par la différence de *température* des courants d'*air* qui les forment. . . . . . 205 & s.
Par la différence du *repos* ou du *mouvement* dans l'*air*. . . . 195 & s.
Examen de la différence de la *chaleur* de l'ATMOSPHERE entre les Tropiques & dans nos *Climats*. 206
Hauteur de l'ATMOSPHERE estimée par *Kepler*. . . . 232
Par *Boyle*. . . . . . . 233 & s.
Par *Mariotte*. 250
Par *Halley*. 263
Par *Horrebow*. 323
Par *De Mairan*. . . . 68 *note*.
NB. *Voyez dans la suite de cet Article de nouvelles recherches sur le même objet.*
Des modifications de l'ATMOSPHERE suivant M. *D. Bernouilli*. 295 & s.
Effets des variations de la *chaleur* sur l'ATMOSPHERE, consi-

dérés quant aux changemens que ces variations doivent produire sur les hauteurs *absolues* & *rélatives* du *mercure* dans des *Baromètres* placés à différentes élévations. N°. 524 & s.
Détails élémentaires sur l'épaisseur des diverses *couches* de l'ATMOSPHERE de poids égal. 559 & s. & 577
Et sur le *poids* des couches d'épaisseur égale. . . . . 568 & s.
Le rapport de la *densité* de l'*air* au *poids* qui le comprime est le même dans les parties inférieures de l'ATMOSPHERE que dans les lieux élevés . . 614 & s. & 765 & s.
Erreur de M. *Bouguer* à cet égard. 765
Etat apparent de l'ATMOSPHERE pendant les expériences du *Barom.* faites à la Montagne de *Salève.* 627
Effets des vapeurs dans l'ATMOSPHERE quant au *poids* de ses *colonnes.* . . . . 713 & s.
Les changemens qui arrivent dans l'état de l'ATMOSPHERE ne sont ni égaux ni semblables partout. 744
Utilité de connoître la *hauteur* totale de l'ATMOSPHERE. . . 794
Recherches sur cet objet. . 795 & s.
En partant des Loix sensibles des *dilatations* de l'*air*, la hauteur de l'ATMOSPHERE est sans bornes. . 795
Estimation de SA *hauteur* jusqu'au point où le mercure ne se soutiendroit plus qu'à 1 *ligne* dans le *Baromètre.* . . . . . N°. 797 & s.
Jusqu'à telle *fraction* de *ligne* qu'on voudra. . . . . . 801 & s.
Limites physiques de l'ATMOSPHERE par sa gravitation vers les Corps célestes. 803
Conjectures sur les ATMOSPHERES en général. . . 804 & s.
Difficulté dans l'estimation de la *hauteur* totale de l'ATMOSPHERE, provenant des effets de la *chaleur* sur l'*air.* 807
Remarques sur la portion de l'ATMOSPHERE qui détermine la quantité des *Réfractions.* . . 810 & s.
Conjectures sur l'action du *feu* au dessus de l'ATMOSPHERE. . 1138
AURORES-BOREALES. Leur hauteur audessus de la surface de la *Terre* déterminée par M. *de Mairan.* . . . . . 68 *note.*
AVALANCHES. Leurs causes, & leurs effets. . . . . 159 & 887 & s.
Occasionnent quelquefois des *Ouragans.* 889
AVICENNE. Son Thermomètre. 420 *d*

B.

BALON à demi plein d'*air*, s'enfle quand on le porte sur les montagnes. 231
BAROMETRE. Epoque de sa naissance. 1
Inventé par *Torricelli* en 1643. . 7
Découverte de SES variations. 11 & s.
Pascal découvre SON usage pour la *mesure des Hauteurs.* . . . 13
Description du prémier BAROMETRE. 18
Baromètre en forme de *Siphon.* . . 19
Ce BAROMETRE étoit le meilleur. 20
Desavantage apparent qui le fit abandonner. . . . 21
BAROMETRE *à bouteille* ou *commun.* 22
Remarques sur les différentes formes qu'on a données au BAROMETRE. 23
BAROMETRE imaginé par *Descartes.* . . . . . . 24 & s.
. . . exécuté par *Huyghens.* . . . 28
BAROMETRE *double* inventé par *Huyghens.* . . . . . 29 & s.
. . . perfectionné par le D. *Hook.* 32 & s.
. . . de M. *Passement.* . . . 53 *note.*
. . . *à poulie*, du D. *Hook.* . . 35 & s.
. . . *incliné*, du Chev. *Morland.* 37 & s.

. . . *en Equerre*, inventé par *Jean Dom. Cassini*, perfect. par *J. Bernouilli*. . . N°. 39 & s.
. . . *conique*, d'*Amontons*. . . 46 & s.
à Micromètre de *Derham*. . . . 51
. . . *réduit*, *d'Amontons* . . . . 52 & s.
. . . *réduit*, ou *Manomètre*, de M. *de Mairan*. . . . 55 & s.
. . . *à l'usage de la Mer*, de M. *Amontons*. . . . 58 & s.
. . . de M. *Passement*. . . 61 *note*.
. . . *simple* de M. *Prins*. . . 63 & s.

Hypothèses de M. *Amontons* & de M. *Homberg* sur les *irrégularités* des BAROMETRES. . . . 66 & s.

Phosphore ou *Lumière* du BAROMETRE : voyez LUMIERE *du Baromètre*.

Expériences sur les BAROMETRES purgés d'*air* par le *feu*, faites par M. M. *Du-Fay*, *Cassini de Thury*, *Ormes* & *Beigton*. . . 96 & s.

NB. *Voyez de nouvelles expériences sur le même objet dans la suite de cet Article.*

Expériences sur l'effet des différens *diamètres* des *tubes* dans les BAROMETRES, par M. M. *de Plantade*, *Cassini de Thury*, & *le Monnier*. . . . . . . 101 & s.

NB. *Nouvelles expériences sur le même objet dans la suite de cet Article.*

Recherches sur l'effet de la *chaleur* dans le BAROMETRE par M. M. *Amontons*, *de la Hire*, *du Fay* & *Beigton*. . . . . 105 & s.

NB. *Nouvelles expériences sur le même objet dans la suite de cet Article.*

Hypothèses sur les *variations* du BAROMETRE. *Voyez* VARIATIONS. *Voyez* aussi CHALEUR, PLUIE, VAPEURS, VENTS.

Tentatives pour employer le BAROMETRE à la *mesure des Hauteurs*. *Voyez* HAUTEURS.

Remarques sur l'effet de l'*air* dans les BAROMETRES. . . N°. 343 & s.

Effets de la *chaleur* sur les BAROMETRES différemment construits . . . . . 350 & s.

Manière de charger le BAROMETRE, pour pouvoir y déterminer les effets de l'*air* & de la *chaleur*. . . . . . . 355 & s.

Nouvelles expériences pour déterminer ces effets. . . . 362 & s.

Règle pour corriger les effets de la *chaleur* dans le BAROMETRE. 371 & s.

Echelle du *Thermomètre* destiné à cet usage. . . . . 490 & s.

Remarque sur le point d'où l'on doit compter la *hauteur* du *mercure* dans le BAROMETRE, & sur les effets des différences de forme des Baromètres à cet égard . . 376 & s.

Nouvelles expériences sur les effets que produisent dans le BAROMETRE les différentes formes de son *tube* & de son *Reservoir*. 381 & s.

Le BAROMETRE doit être fait d'un *tube* d'égal diamètre, recourbé par le bas en forme de *Siphon*, sans *Reservoir*. 385

Inconvénient de cette forme : moyen d'y remedier. . . . 386

Remarque sur les effets que produisent les défauts ordinaires des BAROMETRES dans les diverses observations auxquelles ils sont destinés. . . . . 387 & s.

Nécessité de convenir généralement d'une méthode pour LE construire. 393

Méthode proposée. 394

Etalon du BAROMETRE. . . . *ibid.*

De l'*Echelle* du BAROMETRE & des défauts dans lesquels on peut tomber en la mesurant. . . . 395 & s.

Degré d'exactitude de la méthode proposée pour la construction du BAROMETRE. 397

Remarques sur les imperfections

qui

qui lui restent encore, & sur leurs causes. . N°. 398 & s. 656, & 857 *note.*
Remarques sur les BAROMETRES destinés à être *transportés*. 401 & s.
BAROMETRES *portatifs* où le *mercure* est contenu par des *soupapes*. . . . . 460 & s.
BAROMETRE *portatif*, ou le *mercure* est contenu par un *Robinet*. . . . . . 466 & s.
Les BAROMETRES qu'on observe fréquemment sur de hautes *Montagnes*, reprennent peu-à-peu de l'*air*. 402
Précaution à prendre par cette raison. 403
Les effets des variations de la *chaleur* sur le *mercure* sont un des grands obstacles à vaincre dans les BAROMETRES *portatifs*. . . . 404
Avantage du BAROMETRE *portatif* à *Robinet* sur ce point. . . 487
Moyens de le garantir des dérangemens que pourroient encore y occasionner les variations de la *chaleur*. . . . . *ibid.* & s.
Moyen d'y remédier quand on n'a pû les prévenir. 489
De la position que doit avoir le BAROMETRE quand on l'observe, & de la manière d'observer. . . 405 & s.
Description d'un *à plomb* pour le BAROMETRE *portatif*. . . 496 & s.
Nécessité d'avoir un moyen commode de mettre le BAROMETRE *à plomb*. 406
Tripied destiné à cet usage. . 503 & s.
Précautions nécessaires dans l'usage des BAROMETRES *portatifs*. 498 & s.
Il faut pouvoir déterminer dans le BAROMETRE quelle est la vraie hauteur de la colonne de *mercure*, d'une certaine densité, que le *poids* de l'*air* peut soutenir au moment de l'observation. . . . . 407 & 551
Observations du BAROMETRE destinées à la *mesure des hauteurs*, faites dans la Montagne de *Salève* . . . . N°. 508 & s. & 539 & s.
Régles résultantes de ces *observations*. . . . . 624 & s.
Applications de ces *Règles* aux observations elles-mèmes, soit, *Tables* de ces *observations*. Tom. II. *pag.* 112 & s.
Numerotées par erreur 213, 214 *&c.* *au lieu* de 113, 114 &c.
Observations du BAROMETRE:
Au Clocher de *St. Pierre* Cathédrale de *Genève*. . . . . . 635 & s.
A *Supergue*, Eglise située sur la Montagne *de Turin*. . . 639 & s.
Au Clocher de *St. Jean*, Cathédrale de *Turin*. 641
Au *Fanal* de *Gènes*. . . . 642
A la *Dole* sommité du *Jura*. . 643
Dans les Montagnes de *Sixt* en *Faucigny* 645, 890, 891, 901, 902, 906, 911, 918, 924, 937, 945.
A *Genève*, *Turin* & *Gènes*, pour estimer la hauteur du *Lac* de *Genève* sur le niveau de la *Mer-Méditerranée* . . . . . . 647 & s.
A *Genève* & à *Beaucaire* rélatives au même but. . 649
Sur la route de *Genève* à *Gènes* pour la *niveller*. . . 749
Sur celle de *Genève* à *Motiers-Travers* & *Neufchatel*. . . *ibid.*
Sur celle de *Genève* à *Berne*. . . 753
Sur celle de *Genève* à *Beaucaire* par *Lyon* & le *Dauphiné*. 754
Le long du *Rhône* pour déterminer sa pente jusqu'à la *Mer*. . . . 755
Récapitulation des principales *hauteurs* mesurées par le BAROMETRE. . . . 756 & s.
Remarques sur les observations du BAROMETRE qu'on peut faire en *voyageant*. . . . . 744 & s.
Sur celles qu'on peut faire pour déterminer la hauteur des Villes. 759
Et les hauteurs rélatives des *Mers*. *ibid.*

Usage du BAROMETRE joint au *Niveau* & au *Graphomètre*, pour mesurer les *Hauteurs*. . . N°. 760 & f.

Observations du BAROMETRE faites par M. *Bouguer* au *Pérou*, d'accord avec les précédentes. . . 765 & f.

De M. l'Abbé *de la Caille* au *Cap de Bonne-espérance*, de même. . 775 & f.

Usage du BAROMETRE pour déterminer la *pesanteur spécifique de l'air* en tout tems & en tout lieu. . . . 786 & f.

Pour estimer la *hauteur de l'Atmosphère*. . . 794 & f.

Pour déterminer les *Réfractions* 842 & f.

Moyens de connoître la *hauteur moyenne* du BAROMETRE dans un lieu, rélative à sa *hauteur moyenne* à l'*Observatoire de Paris*. . . 844 & f.

BARTHELEMI (*Montagne de St.*) Observation du *Baromètre* sur cette Montagne par M. *de Plantade*, & sa hauteur sur le *niveau de la Mer*. . 280

BASE mesurée pour prendre des Hauteurs dans la Montagne de *Salève*. . . . 508

Hauteur de cette BASE sur le *niveau de la Mer*. . . 647

BATEURS d'OR (*peau* ou *membrane des*) Voyez MEMBRANE.

BEAL (*le Doct.*) ses idées sur la cause des *variations du Baromètre*. 117

BEAUCAIRE. Observations du *Baromètre* faites en cette Ville, pour déterminer sa *hauteur* rélativement à *Genève* & à la *Mer Méditerranée*. . 649

Sur la chaleur de l'*eau bouillante*. 892

Nivellement de la route de *Genève* à BEAUCAIRE par *Lyon* & le *Dauphiné*. . . . 754

Par le Rhône. . . 755

BEAUME (*Montagne de la Ste.*) Observations défectueuses du Père *Laval* sur cette Montagne, rélatives aux *Réfractions*. . . 809

Pureté de l'*eau* sur la même Montagne. . . 932 *note*.

BEAUMÉ (M.) ses expériences sur le *réfroidissement* des *liquides* qui *s'évaporent*. . . 972

BEIGTON (*Henri*) son opinion sur l'effet que produit dans le *Baromètre*, l'*ébullition* du *mercure*. . . . N°. 100 & 110

BEOST (*M. Varenne de*) ses expériences pour déterminer la *température* des *Caves* de l'*Observatoire de Paris*, par le Thermomètre de mercure divisé en 80 parties &c. . . 441

BERNE. *Nivellement* de la route de *Genève* à cette Ville, par le moyen du *Baromètre*. . . . 753

Hauteur de sa Cathédrale sur le bas de la Ville . . . *ibid.*

BERNOULLI (M. *Jean*) son *Baromètre en Equerre*. . . 39 & f.

Son Hypothèse sur le *Phosphore du Baromètre*. . . 72 & f.

BERNOULLI (M. *Daniel*) son hypothèse sur les *variations du Baromètre*. . 218 & f. & 297

Sur les *Fluides élastiques*. 285 & f. & 303

Sur les changemens qu'éprouve l'*Atmosphère*. . 295 & f. & 304

Sa Règle pour estimer les *hauteurs* par l'abaissement du mercure dans le *Baromètre*. . . . 305 & f.

BEZE (*le Père de*) ses expériences à *Malaque* sur les *condensations de l'air*. 248

BILFINGUER rapporte un projet de *Renaldini* pour graduer le *Thermomètre*. . . 422 e

BOERHAVE son erreur sur le dégré de *chaleur* résultant des *mélanges* de *liquides* de différentes *températures*. . . . . 422 *k*

BOETE du *Baromètre portatif*. 464 & f.

BOUGUER (M.) ses expériences faites en *Amérique*, avec M. *de la Condamine*, sur les *dilatations de l'air*. 248

SA correction de la hauteur du *Pic de Terreniffe* mesurée par le Père *Feuillée*. . . 281 *note*.

SA

SA *Régle* pour *mesurer les hauteurs* par le *Baromètre*. . . . N°. 325
Elle différe très-peu de celle de *Halley*. . . . 267
Et de celle de *Horrebow*. . . . 324
Elle ne se trouva exacte que dans le haut des *Cordelieres*. . 326
Hypothèse de M. BOUGUER sur les exceptions de cette régle, qu'il attribue à la différence de *vertu élastique* des particules de l'*air*. . 327 & s.
SES expériences sur le degré actuel de *densité* & *d'élasticité* de l'*air*, par le moyen d'une *pendule*. 329 & s.
Prémières réflexions sur SA *Règle* pour la *mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. . . 330 & s.
Prémière comparaison de cette *Règle* avec le résultat de nouvelles expériences. . . . 553 & s.
Exposition plus détaillée de cette même *Règle*. . . . 555 & s.
Nouvelle comparaison de cette *Règle* avec celle qui est établie dans cet ouvrage. . . . 764 & s.
Défauts de celle de M. BOUGUER. 767
Accord des deux *Règles* dans le haut des *Cordelières*. . . 768
Raisons de cet accord. . . 769 & s.
Et de celui des expériences de M. BOUGUER avec celles de MM. *de la Condamine* & *Godin*. . . 771.
Examen de l'idée de M. BOUGUER sur le rapport qu'il doit y avoir entre les changemens de *densité* de l'*air*, & les corrections à faire sur les *hauteurs* conclues des abaissemens du *mercure* dans le Baromètre. . . . . 832 & s.
BOUILLONNEMENT des liqueurs dans le *vuide*, produit par des *bulles d'air* qui se dégagent; distingué de *l'ébullition*. . . . 1033
Application de cette distinction. 1050
Divers degrés de BOUILLONNEMENT. 1054 & s. 1057, 1061, 1064
Produit par la seule *chaleur* de la *main*. . . . N°. 1061
BOULES de quelques *Thermomètres* de *mercure*, rompues dans les expériences de la *congélation* de ce liquide, faites par M. *Braun*. 415 *b*
Raisons probables de ces *fractures* . . . . 415 *n*
Effets des changemens de capacité des BOULES des *Thermomètres*, sur les variations de cet Instrument. 417 *o*
Règle pour proportionner les BOULES des *Thermomètres* à leurs *tubes*. 456
ELLES doivent être différemment placées dans la *monture* du *Thermomètre*, suivant son usage. . 458 *f*
BOYLE perfectionne la *machine du vuide* inventée par *Otto Guerick*. 10
Cherche le rapport des pesanteurs spécifiques de l'*air* & de l'*eau*. 235 & s.
De l'*eau* & du *mercure*. . . 237
De l'*air* & du *mercure*. . 238
Estime la *hauteur* de l'*Atmosphère*. 239
Démontre l'*élasticité* de l'*air*. . 241
Reconnoit qu'il doit la connoissance de la *loi* des *condensations* de l'*air* à un de ses disciples. . . 242
Ses expériences pour démontrer la *loi* des *dilatations* de l'*air*. . . 244
BRAUN (M.) ses expériences sur la *congélation* du *mercure*. . 415 *b* & s.
Sur quelques *huiles essentielles* & sur *l'esprit-de-vin* exposés au même *froid*. . . . 415 *k*
Examen de ces expériences. 415 *l* & s.
BRISSON (M.) se joint à M. de *Beost*, pour des expériences sur la température des *caves* de *l'Observatoire de Paris*. . . 441 *g* & s.
A choisi la chaleur *naturelle du corps humain* pour *terme fixe* dans la construction du *Thermomètre de M. de Reaumur*. . . 445 *a*
Avantages de cette méthode. 446 *a* & s.
Ses défauts. . . . 446 *d* & s.
Changement fait par M. *de Reau-*

mur dans le vrai *zéro* de son *Thermom.*, adopté par M. BRISSON. N°. 446 *g*
Effet de ce changement sur l'indication de SON *Thermomètre* dans les *Caves* de l'*Observatoire de Paris*. . . . . 447 *a* & s.
BROUILLARDS. Différent à quelques égards des *vapeurs* invisibles. 672
Leur formation. . . . 673 & s.
Causent une augmentation de *chaleur* dans l'*Air* en quelques circonstances. 695
Rendent la *température* de l'*Air* plus constante. 698
LEURS effets sur l'*Atmosphère* ne s'étendent pas à une grande hauteur. 699
ILS ne s'élévent pas ordinairement au de là de 300 *Toises*. . N°. 703
ILS se dissipent quand l'*Air* s'échauffe sans cesser d'être sec: ILS s'élèvent & se forment en *nuages*, quand l'*Air* devient en même tems *chaud* & *humide*. 704
BROSSE pour nettoyer la petite *branche* des *Baromètres* dont le *tube* est en forme de *siphon*. . . 484
BUFFON (*M. de*) son projet pour rendre les *degrés* du *Thermomètre* proportionnels aux variations de la *chaleur*. . . . . . 411 *a note*.
BUGARACH (Montagne de) observations du *Baromètre* sur cette *Montagne*, & sa hauteur sur le *Niveau de la Mer*. 283

C.

CAILLE (M. l'Abbé *de la*) Ses observations du *Baromètre* au *Cap-de-Bonne-espérance*. . . . 775 & s.
Elles confirment la *Règle* donnée dans cet Ouvrage pour la *Mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. 780 & s.
SES recherches sur la différence des *Réfractions* par différens états de l'*Air*. 808
Remarques sur SES expériences rélatives à cet objet. . . . 815 & s.
CALCUL. Remarques sur son application à la Physique. 1078, 1134 & s.
CALIBRER (Maniere de) les *tubes* de *Thermomètres*. . . . . 455 *a*
Ceux des *Baromètres*. . . . 480
CAMOMILLE (*Huile essentielle de*) voyez HUILE.
CAMPAGNE Ses avantages sur les *Villes* pour les observations correspondantes tant du *Baromètre* que du *Thermomètre*. . , . . . 780
CANIGOU. Expériences de M. M. *Cassini de Thury* & *Le Monnier* sur cette *Montagne*, rélatives au *Baromètre*. . . . . 103 & s. 318 & s.
De M. *de Plantade*. . . . 280
Sa hauteur sur le *Niveau de la Mer*. . . . . *ibid*
Expérience de M. *le Monnier* sur cette même Montagne, pour déterminer l'effet de la différence de *poids* de l'*Air* sur la chaleur de l'*eau bouillante*. . . . . . 449 *e*
Première comparaison de ces expériences, avec de nouvelles sur le même objet. . . . . 450 *i*
Seconde comparaison. . . . 964
CAP *de Bonne-espérance*. Observations du Baromètre faites par M. l'Abbé *de la Caille* dans cette Partie de l'*Afrique*. . . . 775 & s.
CARACTERISTIQUE *des Logarithmes*, négligée par M. *Bouguer* dans sa *Règle* pour estimer les *Hauteurs* par l'abaissement du *Mercure* dans le *Baromètre*; & qui cependant est nécessaire dans certains cas. 767 & 799 & s.
CASSINI (M. *Jean Dominique*.) Avoit imaginé le *Baromètre en Equerre*, exécuté ensuite par M. *Jean Bernoulli*. 39
(*Jaques*) Adopte d'abord la *Règle* de M. *Maraldi* pour estimer les *Hauteurs* par l'abaissement du mercure dans le *Baromètre*. . . 269
Propose ensuite une autre *Règ*. 280 & s.
(*de*

(*de Thury*) SES expériences ſur les Baromètres purgés d'*air* par le *feu*. . . . . . . N°. 96 & ſ.
Sur les effets que produiſent dans les *Baromètres* les différences de leurs *tubes*. . . . . . 101 & ſ.
Du *Baromètre* ſur le *Puy-de-Dome*, le *Mont d'or* & le *Canigou*. 318 & ſ.
CAT (M. *le*) a remarqué que le *mercure* ſe tient plus bas dans les tubes étroits, que dans les tubes larges. . . . . . . 102 *note*
SON Hypothèſe ſur les *variations* du *Baromètre*. . . . 147 & ſ.
CAUSES *phyſiques*. ſe découvrent d'autant plus aiſément & plus ſûrement, qu'on connoit mieux les *Loix* que ſuivent les *phénomènes*. . . 860
Bornes de nos facultés dans la recherche des CAUSES . 1077
On ne doit pas rejetter des CAUSES, d'ailleurs probables, parce qu'elles ne ſe prêtent pas à certaines *Loix* des *phénomènes*, preſſées rigoureuſement. 1146
CAVES de *l'Obſervatoire de Paris*. Expérience pour déterminer le point où s'y tient le *Thermomètre* le *mercure* diviſé en 80 parties entre les *termes fixes*. 441
LEUR *température* n'éprouve qu'un changement preſqu'inſenſible. . . . . 441 *r* & ſ.
Détermination du point du *Thermometre de mercure*, qui exprime LEUR *température* moyenne . . 441 *x*
Comparaiſon de ce point avec celui que M. *de Réaumur* avoit déterminé ſur ſon *Thermomètre*. . . . . 442 *a* & ſ. & 448 *b*
CENIS (Mont-) Obſervations de la *chaleur* de *l'eau bouillante* faites ſur cette *Montagne*. . . . 450 *a* & ſ.
Second calcul de ces obſervations. 963
Hauteur de quelques Lieux dans cette *Montagne*. . . . 749 & ſ.
CHALEUR. Sens principal de ce mot dans cet ouvrage. N°. 410 *b note*.
NB. Quoique dans ce *ſens*, la CHALEUR ſoit conſidérée comme *cauſe*; ce mot eſt auſſi employé quelquefois dans cet Ouvrage pour déſigner un *effet*; comme dans l'expreſſion CHALEUR *de l'air*. § 205 &c.
Recherches des effets de la CHALEUR ſur les *Baromètres*; par M. *Amontons*. . . . . 105 & ſ.
Par M. *de la Hire*. . . 107 & ſ.
Par M. *du Fay*. . . 109
Par M. *Beigton*. . . 110
Remarque ſur les réſultats de ces recherches. 111

NB. Voyez de nouvelles expériences ſur cet objet dans la ſuite de cet Article.

Eſtimation des effets de la CHALEUR ſur le *poids* total de l'*Atmoſphère*, en ſuppoſant qu'ELLE influë de la même manière dans toute ſa hauteur. 202
Défaut de cette ſuppoſition. 203 & ſ.
Les plus grandes *variations* de la CHALEUR, ſe font dans la partie inférieure de l'*Atmoſphère*. . . 203
SES *variations* à diverſes hauteurs. . . . . . *ibid.*
Eſtimation de l'effet de la CHALEUR ſur le poids total de l'*Atmoſphère*. . . . . . . *ibid.*
Remarques ſur les *variations* de la CHALEUR de l'*Atmoſphère*, de la *nuit* au *jour*, comparativement à celles du *Baromètre*. . . . *ibid.*
De même de l'*Hiver* à l'*Eté*. 204
Sur les *variations* correſpondantes de la CHALEUR de l'*air*, & de la *hauteur* du *Baromètre*, produites par les *vents* en *Hiver*. . 205
De même en *Eté*. . . 207
Sur la CHALEUR de l'*air* dans la *Zone-Torride*. . . . 206
Effets de la CHALEUR ſur les *Fluides élaſtiques*, ſuivant M. *D. Ber-*

noulli. . . . . N°. 289.

Sur l'*Atmosphère*, suivant le même Auteur. . . . 298, 304, 312.

Effet de la CHALEUR sur les *Baromètres* différemment *purgés* d'*Air*. 353 & s.

SES effets ne sont soumis à une règle fixe, que dans les *Baromètres purgés d'Air* par le *Feu*. . . 361

Expériences faites en *Hiver* pour les déterminer. 362

En *Eté*. 366

Règle pour corriger les effets de la CHALEUR sur le *Baromètre*, & quelques précautions à prendre dans son application. . . 365 & 369 & s.

La CHALEUR n'affecte pas sensiblement le *sapin* dans le sens de la longueur de ses fibres. . . 362

Les *Fluides* sont plus propres à la *mesure* de la CHALEUR, que les *solides*. . . . . 410 *a* & 420 *b*

Les variations de la CHALEUR ne produisent pas des effets proportionnels dans tous les Liquides. 410 *b*

Nous ne pouvons pas connoître les quantités *absolues* de la CHALEUR dans les *corps*. . 411 *a* & 687

On ne peut espérer de découvrir que des *rapports* entre ses *différences*. . . . . . . *ibid.*

Remarques sur les effets que produit la CHALEUR sur le *ressort* de l'*Air*. . . 416 *g* & s. & 421

Les *condensations* des *corps* ne peuvent être *décroissantes*, quand les *diminutions* de la CHALEUR sont égales entr'elles. . . 421 *y*

Caractères que doit avoir le *Liquide* le plus propre à *mesurer* la CHALEUR par les changemens de son volume. . . . . 421 *z*

Scrupule sur les expériences dont ce caractère découle. . . 422 *a*

Recherches de divers Physiciens sur les quantités de CHALEUR resultantes du *mélange* de *Liquides*, dont la *température* est différente. . . . N°. 422 *b* & s.

Nouvelles expériences de ce genre, appliquées à la correction du *Thermomètre de mercure*. . 422 *q* & s.

CHALEUR *réelle* résultante du mélange de *Liquides* échauffés à divers degrés, connus par un certain *Thermomètre*. , . 422 *x* & s.

Des diminutions *égales* de la CHALEUR, produisent dans le *Mercure* des *condensations décroissantes*. . . . . . . 422 *ee*

Division en 80 *parties égales*, de la *différence* des CHALEURS de *l'eau bouillante* & de la *glace qui fond*. . . . . 422 *rr*

Rapports des variations du *Thermomètre de mercure* avec ces *parties*. *ibid.*

CHALEURS *réelles* correspondantes aux indications du *Thermomètre de mercure*, de 5 en 5 *degrés* égaux. . . . . 422 *lll*

NB. voyez vers la fin de cet Article, la suite de ces Recherches sur les rapports du Therm. de merc. *& de la* CHALEUR.

Rapports entre les *variations* de la CHALEUR, & la marche de divers *Liquides* dans leurs condensations. . . . 422 *mmm*

CHALEUR *naturelle du corps humain*, employée par *Newton* pour *terme fixe* du *Thermomètre*. . 428 *d*

Et par M. *Brisson*. . . . 445 *a*

Se dissipe en plus grande quantité dans l'*Air* humide, que dans l'*Air* sec. 697

Point du *Thermomètre* de M. *de Réaumur*, correspondant à la CHALEUR *naturelle du corps humain*. . . . . . 445 *b* & s.

Ce point sur un *Thermomètre* de même *liqueur* que celui de M. *de Réaumur*, mais dont les *termes fixes* sont réellement l'*eau bouillante* & la *glace qui fond*. . . . 445 *d*

Sur le *Thermomètre* de *mercure* divisé de la même manière. 448 *b* *Table*

Pré-

Précautions néceſſaires pour communiquer ce degré de CHALEUR aux *Thermomètres*. . . N°. 445 *c*

Incertitude dans le Langage des Phyſiciens ſur les *degrés* de CHALEUR. . . . 448 *c* & ſ.

Quand la CHALEUR augmente dans une partie de l'*Atmoſphère* par la préſence du *ſoleil*, l'expanſion de l'*Air* ſe fait en trois ſens principaux. . . . . . 524 & ſ.

Effets de ces *variations* ſur les *Baromètres* placés à différentes hauteurs. . . . . . . 530.

Défaut des *Thermomètres* ordinaires, pour obſerver la CHALEUR de l'*Air*, au *ſoleil*. . . 533 & ſ.

Thermomètre propre à cet uſage. 537 & ſ.

Difficulté de diſtinguer ces effets de la *chaleur*, d'avec ceux des autres cauſes qui agiſſent dans l'*Atmoſphère* . . 540

Première tentative pour découvrir l'effet de la CHALEUR ſur le *poids* de l'*air*, & ſon influence dans les obſervations du *Baromètre* pour la *meſure des Hauteurs*. . . 541 & ſ.

Il faut rapporter ces obſervations à un degré fixé de CHALEUR . . 552

Fixation du degré de CHALEUR de l'*Air*, auquel les différences des *logarithmes* des *hauteurs* du *Baromètre*, donnent les *hauteurs* des *lieux* en *millièmes de toiſes* . . 587 & ſ.

Nouvelle tentative pour eſtimer l'effet de la CHALEUR dans cette *meſure*. . . . . 588 & ſ.

Fixation de la *moindre*, de la *moyenne*, & de la *plus grande* CHALEUR, dans l'étendue du *jour*. . . 595

La *moyenne* CHALEUR du matin, eſt le moment le plus propre aux obſervations du *Baromètre* pour la *meſure des Hauteurs* 596

Le moment de la *plus grande* CHALEUR eſt, toutes choſes d'ailleurs égales, celui où le *Baromètre* ſe tient le plus bas dans la *Plaine*. *Ibid.*

La diminution ſubite de la CHALEUR de l'*Air* vers le *lever du ſoleil*, produit vraiſemblablement des irrégularités, dans la *meſure des Hauteurs* par le Baromètre . . . . 597 & 659

Dans la *meſure des Hauteurs* par le *Baromètre*, les corrections à faire pour les différences de la CHALEUR de l'*Air*, doivent être plus grandes pour SES *diminutions* au-deſſous d'un *point fixe*, que pour ſes *augmentations* au-deſſus de ce *point* . . . 602 & ſ.

Fixation de la *correction* des effets de la CHALEUR ſur l'*Air* dans la *Meſure des Hauteurs* par le *Baromètre* . . . . 606 & ſ.

Effet *local* de la CHALEUR dans les obſervations rélatives à cette *meſure* . . . . 617 & ſ.

Obſervations de la CHALEUR de l'*Air*, pendant les *obſervations* du *Baromètre* à la Montagne de *Salève*. . . . . 632 & ſ.

Incertitude ſur la *correction* pour la CHALEUR de l'*Air*, dans la *meſure des Hauteurs* par le *Baromètre*, provenant de l'obſervation même . . . 657

. . . Des décroiſſemens variables de la *chaleur* de l'*Air* de bas en haut 658

. . . De l'*inertie* de l'*Air* . . . 659

. . . Des effets de la CHALEUR ſur les *vapeurs*, différens de ceux qu'ELLE produit ſur l'*Air* . . . 660

. . . Surtout de la difficulté de déterminer exactement, le rapport des variations du *Thermomètre*, avec ceux de la *denſité* de l'*Air*, par les variations correſpondantes de la CHALEUR. . . . . 661 & ſ.

La CHALEUR diminue irrégulièrement, à meſure qu'on monte dans l'*Atmoſphère*. . . 678

Les *vapeurs* ſont la principale cauſe de la différence de CHALEUR *des Vents* du *Nord* & du *Sud*. 679

Remarques fur la quantité de la diminution de la CHALEUR en *Hiver*. . . . . N°. 685 & f.

Illufions de nos fens à l'égard de la CHALEUR. . . . 686 & 697

La CHALEUR de l'*Air* augmente par les *Brouillards*. . 695 & f.

Et par les *Vapeurs*. . 719 & f.

Difficulté de définir ce que c'eft qu'égalité de CHALEUR dans les corps. 973

Erreurs dans lefquelles on pouvoit tomber, par l'ignorance du rapport des variations de la CHALEUR avec celles du *Thermomètre*. 1093 & f.

Nouvelles remarques fur ce rapport, indiqué déja ci-devant. 1101 & f.

Formules qui l'expriment. 1103 & f.

Nouvelle *Table* dreffée d'après ces *Formules*. . . 1107 & f.

Formule générale pour la correction des erreurs que le *Thermomètre* introduit dans les obfervations de la CHALEUR. . . 1113 & f.

Sur les effets de la CHALEUR dans les *Refractions*; Voyez REFRACTIONS.

Sur la CHALEUR de l'*eau bouillante* & de la *Glace*; Voyez EAU BOUILLANTE & GLACE. Voyez auffi l'Article FEU.

CHAMOIS (Quelques particularités fur la chaffe au) . . . 896 à 899

CIGNA (M.) Ses recherches fur les caufes de la mort des animaux dans l'*air* renfermé. . . 942 *note*.

Sa remarque fur le choc réciproque de l'*air* & des *vapeurs*. 970 *note*.

Son expérience fur un *Thermomètre* plus promptement *réfroidi* dans une fphère de verre, lorfqu'elle étoit pleine d'*air*, que lorfqu'elle en étoit vuide. 971 *note*.

Son explication du *maximum* de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. 972 *note*.

CLEF *du Robinet* du *Baromètre portatif*: Voyez ROBINET.

COLLE *de poiffon*. Son ufage dans la fabrication du *Baromètre portatif*.

Moyen de l'entretenir fluide pendant qu'on range les pièces à COLLER. . . . . . N°. 476

COMBUSTIBLES (*matières*) Le FEU à moins d'affinité avec la plupart de de ces *matiéres*, qu'avec l'*Eau*. 676 & f.

Le *Feu* les abandonne aifément, quand il n'y eft pas contenu par un *air* denfe. . . 677, 903 & 919

COMDAMINE (M. de la) SON obfervation fur la correfpondance des différens degrés de *pureté* de l'*Air*, avec les différentes *hauteurs* du *Baromètre*. . . . . 124 *note*

SA détermination de la *viteffe* des plus grands *Vents*. . . 195.

SES expériences faites avec M. *Bouguer* en *Amérique*, fur les *condenfations* de l'*Air*. . . . 248

SES remarques fur la *mefure* de la *Hauteur* du *Pic de Téneriffe* faite par le *Pére Feuillée*. . . 281 *note*

SON expérience du *Baromètre* fur le Coraçon l'une des fommités des *Cordelières*. . . . 334 & 581

Belle idée de cet homme cèlèbre, fur une *Mefure naturelle*. 458 *b note*

SA méthode pour corriger l'effet des *Réfractions* dans les opérations trigonométriques pour la mefure des *Hauteurs*. . . . 509

SA remarque fur la partie du *Jour* où le *Baromètre* fe tient le plus bas aux environs des *Cordelières*. . 596

Fait mention de quelques *Montagne* d'*Amérique* ou la *neige* ne font jamais, quoique fous l'*Equateur*. . . . 206 & 714 *note*

Raifon de l'accord de SES obfervations du *Baromètre* en *Amérique*, avec celles de M. M. *Bouguer* & *Godin*. 771

SES obfervations au *Pérou*, fur le rapport des variations des *Réfractions*, avec celles du *Baromètre*. . 827

CONDENSATIONS de l'*Air*, du *Mercure*, & *des Liquides en général*: Voyez AIR, MERCURE, LIQUIDES.

...du *Mercure* dans les *Baromètres* destinés au transport. . N°. 404

CONGELATION. Indétermination du sens de ce *mot* chez un grand nombre de Physiciens qui ont écrit sur le *Thermomètre*. . . . 436 *a*

Expériences pour déterminer quel est le degré de *chaleur* qui correspond au point que M. *de Réaumur* nommoit CONGELATION, ou *Zéro*, sur son *Thermomètre*. . . . . . . 436 *b* & s. & 442 & s.

La CONGELATION forcée par le *sel ammoniac* est le *Zéro* du *Thermomètre* de *Fahrenheit*. . . . . 437 *a*

CONGELATION du *Mercure*. Voyez MERCURE.

CORAÇON. Observation du *Baromètre* faite par M. *de la Condamine* sur cette sommité des *Cordelières*. . 334

Sa hauteur sur le *Niveau de la Mer*. . . . . *ibid.* TABLE.

CORDELIERES. La température de l'*Air* est à peu près constante à la hauteur moyenne de ces *Montagnes*. 770

Voyez les *Articles* DE LA CONDAMINE & BOUGUER.

CORNES D'AMMON, trouvées à 7844 *pieds* au dessus du *Niveau de la Mer*. . . . . N°. 901

CORRECTION des effets de la *Chaleur* sur le *Baromètre* 365 à 374 490 & s.

...des effets de la même cause sur la *densité* de *l'air*, appliquée aux observations du *Baromètre* rélatives à la *mesure des Hauteurs*. . 606 & s.

Incertitude dans cette CORRECTION. . . . 657 & s.

Prémière tentative pour la CORRECTION du point de la *chaleur de l'eau bouillante* sur le *Thermomètre*. . . . . . . 451 *f*

Reconnuë défectueuse & changée. . . . . . 965 & s.

CORRECTION des REFRACTIONS. Voyez REFRACTIONS.

COSTE (Montagne *de la*) sa hauteur sur le *Niveau de la Mer*. . 283

COUCHES d'*Air* Voyez *Tranches*.

COURLANDE (Montagne *de la*) sa hauteur sur le *Niveau de la Mer*. 283

CRISTAL-DE-ROCHE trouvé dans les *Rochers* du *Glacier* de *Buet*. . 938

CUIVRE. Son évaporation dans les Fourneaux. 708

Ses *réfroidissemens* dans l'*Air* & dans le *vuide*. . . . 971

CURSEURS faits de uyaux de *plume*, pour suivre les omuvemens du Thermomètre. . . . 418 *d*

D.

DEGRÉS du *Thermomètre*. Différence entre ces DEGRÉS & des *degrés* réels de *chaleur*. . 411 *a* & 422 *o*

Definition de l'expression DEGRÉS du *Thermomètre* dans cet Ouvrage. . . . . . . 414 *n*

Expériences pour découvrir les rapports de ces DEGRÉS, avec des *degrés* réels de *chaleur*. . 422 *q* & s.

Table qui les exprime de 5 en 5 DEGRÉS. . . . . 422 *lll*

Formule qui les exprime pour chaque point du Thermomètre. 1144

Il convient de conserver des DEGRÉS égaux au Thermomètre *commun*. . . . . . 422 *qqq*

CEUX du *Thermomètre de mercure* s'écartent peu de la *marche* de la *chaleur*. . . . . 422 *sss*

La grandeur des DEGRÉS du *Thermomètre* est indifférente. . 453 *k*

DERHAM. Inventeur d'un Micromètre pour le Baromètre. . 51

DESAGULIERS. Défaut de la métho-

de qu'il a proposée pour corriger les effets de la *chaleur* dans le *Baromètre double*. . . . . . N°. 31
Son erreur sur les Baromètres lumineux. . . . . 81 *note*
Remarque sur SA réfutation d'une hypothèse de *Leibnitz* rélative aux *variations* du *Baromètre*. . 171 *note*
Il pensoient que dans les observations du *Baromètre* rélatives à la *mesure des hauteurs*; il falloit rapporter les observations à la hauteur du mercure au bord de la *Mer*. 543 *note*
Son *hypothèse* sur la cause de l'ascension des *Vapeurs* dans l'*Air*. 675 *note*
DESCARTES. Paroit avoir pensé le prémier, que l'*Air* est pesant . 8
Et le prémier aussi, il a pensé à augmenter l'étendue des variations du *Baromètre*, en joignant au mercure, une liqueur plus légère. 24 & f.
DESSAUSSURE (M.) son observation du *Baromètre* sur la *Dole*. . 643
DILATATION du *mercure* dans les *Baromètres* destinés au transport. 404
Difficulté de connoitre le rapport des DILATATIONS de l'*Air* & du *Mercure* par la *chaleur*. . 661 & f.
DILATATION de l'*Air*, du *Mercure*, & des *Liquides* en général; *Voyez* AIR, MERCURE, LIQUIDES. . . . . . .
DILATABILITÉ de l'*Air*, supposée *infinie* par la *Loi* admise de ses *dilatations* dans l'*Atmosphère*. . N°. 795
DISTILLATION. Ne sépare que très imparfaitement l'*esprit* d'avec le *flegme*, dans l'*esprit-de-vin*. . 426 *d*
DIVIDENDE COMMUN (Origine du) d'où résultent la *progression harmonique* des épaisseurs des *tranches* d'*Air* égales en poid à 1 *ligne* de *mercure*. 562
Fixation de ce DIVIDENDE COMMUN, pour le proportionner aux *Logarithmes* des *hauteurs* du *Baromètre*. 579
Manière abrégée de l'employer dans la mesure des *Hauteurs* par le *Baromètre*. 583
DOLE. Observations du *Baromètre* sur cette *Montagne*, pour estimer sa *hauteur*. . . . 643
SA hauteur mesurée géométriquement par M. *Fatio de Duiller*. 644
Nivellement de la route de *Genève* à cette *Montagne*. . . . 756
DOULEURS *du corps*, nommées figurément *Baromètres*; leur cause. 721
DURANT (M. *Jean Bénédict*) sa méthode pour faire supporter aux *Thermomètres* d'*esprit-de-vin*, la *chaleur* de *l'eau bouillante*. . . 423 *c*
Sa Règle pour proportionner les les *Boules* des *Thermomètres* à leurs *tubes*. . . . . . . 456 *c*

E.

EAU. Rapport de sa *pesanteur spécifique* avec celle de l'*Air* estimé par *Galilée*. 235
Par *Riccioli*. . . . . *ibid.*
Par *Boyle*. 236
Par *Halley*. 259
De SA pesanteur spécifique avec celle du *Mercure*, estimé par *Boyle*. 237
Adopté par *Halley*. . . 260
Le *volume* de l'EAU augmente, lorsqu'elle est prette à se *geler*, mais encore *liquide* . . 412 *b* & f.
SES *condensations* suivent une marche décroissante, comparativement à celles de l'*Esprit-de-vin*, par les mèmes *diminutions* successives de la *chaleur*. . . . 412 *c*
Elles ne sont pas proportionnelles à ces *diminutions*. . . 412 *d*
Hypothèse de M. l'Abbé *Nollet*, sur l'*Augmentation* du *volume* de l'EAU prette à se *geler*. . 413 *b*

Hypothèses de M. *de Mairan*. 413 *c*
Le *Sel marin* dissout dans l'EAU, change la marche de ses condensations par les diminutions de la *chaleur*, en même tems qu'il lui donne la faculté de résister à la *congélation*. . N°. 414 *c* & s. & 419 *g*
Remarques sur un *Thermomètre* d'EAU *commune*. . . 419 *d* & s.
Principalement sur ses différens états aux approches de la *congélation*. . . . . . . 419 *e*
Rapport des *condensations* de l'EAU *commune* & de l'EAU *saturée de sel marin*, avec les *diminutions* de la *chaleur*. . . . . 422 *mmm*
EAU dans la *glace*; égalité de son degré de *chaleur*, avec la *glace qui fond*. . . . . . . 438 *d*
La nature de l'EAU, considérée quand à sa propriété d'acquérir des degrés de *chaleur* fixes & constans. 452 *b*
Le *Feu* a plus d'*affinité* avec l'EAU, qu'avec l'*Air* & avec la plûpart des matières combustibles. 676 & s.
Comment l'EAU éteint le *Feu*. . *ibid.*
Le *Fluide Electrique* a plus d'*affinité* avec l'EAU qu'avec l'*Air* . 680 & s.
Le *Feu* détache aisément des particules de l'EAU, qu'il réduit ainsi en vapeurs 684
Pureté de l'EAU sur les hautes montagnes, & sa bonté au *gout*. . . . . . *second.* n°. 932
L'EAU se *refroidit* plus promptement dans le *vuide* que dans l'*Air*. 971
ELLE contient beaucoup d'*Air*. 999
ELLE est repoussée par le *Feu* quand ELLE en est *saturée*. . 1007
ELLE l'est d'autant plutôt, qu'elle est moins *chargée*. . . 1011
Difficulté de purger l'EAU de tout l'*Air* qu'elle contient. . 1030
Le *Feu* dégage l'*Air* de dedans l'EAU. . . . . . 1000 & s.
Le *choc* de l'EAU contre des corps durs ou contre elle-même, le dégage aussi. . . . N°. 1031
Soufflets produits par ce moyen *ibid. note.*
Bruit des EAUX *courantes* augmenté quand le *Baromètre* baisse . *ibid.*
EAU purgée d'*Air* en la *sécouant* dans un *matras*. . 1031 & 1034
L'EAU purgée d'*Air*, soutient une *chaleur* plus grande qu'on ne le pensoit, soit dans l'*Air*, soit dans le *vuide*. 1036. & s. 1049. 1058 & 1069. & s.
Maximum de cette *chaleur* dans les deux cas. . . 1069 & s.
Remarque sur le degré d'exactitude de ces déterminations. . 1079 & s.
L'EAU placée dans le *vuide*, *bouillonne* par la seule *chaleur* de la *main*. 1061.
Prémière détermination des changemens que produisent dans le degré de *chaleur* que l'EAU peut acquérir, les différences des *poids* dont elle est chargée. 1085
Cette détermination corrigée à cause de l'erreur qu'y avoit introduit le *Thermomètre*. 1121
Prémière détermination des *pertes* que l'*Eau* fait de sa *chaleur* en *bouillant* dans l'*Air* différemment *dense*. 1086
Corrigée pour le défaut du *Thermomètre*. 1122
EAU BOUILLANTE. Influence du *poids* de l'*Air* sur son degré de *chaleur*. 449
Découverte par *Fahrenheit*. 449 *d*
Expérience de M. *Le Monnier* sur le *Canigou* relative à la *diminution* de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE sur les *Montagnes*. . 449 *e*
Prémières *expériences* pour vérifier celle-là. 450
Comparaison. . . . . 450 *i*
Rapport qui résulte de ces prémières *expériences*, entre les différences de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE, & celles de la *hauteur* du Baromètre. 451
Appliqué à la correction du Thermomètre, quoique suspecté. 451 *f* & s.

Degré d'importance de cette correction. . . . . N°. 451 *i*
Le *maximum* de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE, & ses *variations*, tiennent à des questions de Physique fort intéressantes. . 858
Erreur sur la cause de ces *variations*. . . . . . 861 & s.
Elles ne sont pas proportionnelles aux différences de *hauteur* du *Baromètre*. 862
Thermomètre destiné à de nouvelles observations de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE. . . 867 & s.
Vase pour le même usage. 874 & s.
Réchaud. 879
Degré d'exactitude qu'on peut attendre dans ces observations. 880 & s.
La profondeur de l'EAU BOUILLANTE, influe sur le degré de *chaleur* de l'EAU du fond. . . ibid.
On apperçoit des variations continuelles dans ce degré de *chaleur*, quand on l'observe avec un instrument délicat. 881
Choix d'un lieu fort élevé, pour l'observation de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE. . 882 & s.
Observations de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE sur la route de *Genève* à *Beaucaire*. . . 892
Sur le *Grenairon* dans la Montagne de *Sixt* en *Faucigny*. . . . 903 & s.
Aux *Granges des Communes* dans la même Montagne. 906
En divers endroits de la Montagne de *Salève*. 908
Aux *Fonds*, Montagne de *Sixt*. 911
Au pâturage de *Grasse-Chèvre*, même Montagne. 918
Au *Plan-de-Léchaud*, même Montagne. . . . . 924 & 945
Sur le *Glacier-de-Buet*, même Montagne. 943
Expériences pour découvrir l'influence de la différence de l'EAU, sur son degré de *chaleur* quand elle BOUT. . . . N°. 952 & s.
Quelques *sels* LUI procurent plus de *chaleur*. 955
Les différences de la *chaleur* de l'*Air*, n'influent pas sensiblement sur celle de l'*eau bouillante*. . 956 & s.
Recherche de la *loi* que suivent les *decroissemens* de la *chaleur* de l'EAU-BOUILLANTE, correspondans aux *abaissemens* du *Baromètre*. . 955 & s.
Correction du *point* de la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE sur le *Thermomètre*. . . 965
L'EAU BOUILLANTE *dissipe* dans l'*Air* une grande partie de la *chaleur* qu'elle reçoit. . . 968
Cette *dissipation* doit être en raison inverse de la *densité* de l'*Air*. 974
L'EAU BOUILLANTE *acquiert* donc plus de *chaleur* qu'elle n'en *conserve*. 975
Les *acquisitions* doivent être proportionnelles au *poids* dont elle est chargée, & par conséquent à la *hauteur* du Baromètre. . . *ibid.*
Prémière expérience, qui prouve, que la *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE est moindre que celle qu'elle doit recevoir pour BOUILLIR. 977
Expérience pour chercher le degré de *chaleur* nécessaire pour faire BOUILLIR l'EAU; dans un vase ouvert. 982
Avec une moindre quantité d'EAU dans le même vase. . . 983
Pour faire BOUILLIR des *goutes* d'EAU. . . . . 986 & s.
Pour faire *pétiller* l'*eau* dans l'*huile* 990 & s.
Pour faire BOUILLIR l'EAU dans un *verre* de *Thermomètre*. . 1042
Récapitulation de ces divers *degrés* de *chaleur*. . . 1045
L'EAU renfermée dans un *Matras*, a plus de *chaleur* avant de BOUILLIR, que quand elle BOUT. 995
Différence de *chaleur* de la *prémière lame* de l'EAU BOUILLANTE, avec le reste de sa *masse*. 1009
La *chaleur* de l'EAU BOUILLANTE

TE ne peut être fixe, que par la plus grande *ébullition*. . . N°. 1010

La plus grande partie de la *diminution* de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, quand le *Baromètre baisse*, ne vient pas de ce qu'ELLE *acquiert* moins de *chaleur*, mais de ce qu'elle en *perd* plus. 1043

Expérience pour chercher quels sont les degrés de *chaleur* que l'EAU doit contracter avant de BOUILLIR, étant d'abord *chargée*, & ensuite déchargée, du *poids* de l'*Atmosphère*. . . . . . 1053 & s.

Formule qui exprime, d'après une théorie, la *chaleur* que doit avoir l'*eau bouillante* par une *hauteur* donnée du Baromètre. . . . 1087

Correction des observations de la *chaleur* de l'*eau bouillante* & des *Formules* qui expriment cette *chaleur*, en conséquence de la *correction* faite au *Thermomètre*. . . 1115 & s.

Remarques sur le degré d'exactitude des observations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . . 1125 & s.

Compensation qui se fait dans l'EAU qui BOUT par un *feu* plus ou moins grand, entre la promptitude de la réparation des *pertes* qu'elle fait de sa *chaleur*, & le degré auquel elle est *agitée*. . 1126 & s.

Compensation qui se fait aussi, entre le degré d'*agitation* de l'EAU qui BOUT, & la grandeur de la surface par laquelle elle *reçoit* & *dissipe* sa *chaleur*. 1128

Expériences qui prouvent, que suivant la forme des *vases*, l'EAU peut avoir beaucoup plus de *chaleur*, avant de BOUILLIR, que quand elle BOUT. 1129

Et que pour de grandes différences dans cette forme, il y a quelque différence dans la *chaleur* de l'EAU qui BOUT. 1130

Remarques & expériences sur l'effet que peuvent produire les différences de *chaleur* de l'*Air*, sur celle de l'*eau bouillante*. . N°. 1131 & s. *Supplément*.

EBULLITION. Effet de sa cause sur la *marche* des *Liquides* dans les variations de la *chaleur*. . 417 *c* & s.

Ce que c'est que l'EBULLITION des *Liquides*. . . . 1007 & s.

Distinguée du *bouillonnement* produit par l'*Air* qui se dégage des *Liquides* dans le *vuide*. . 1033

Application de cette distinction. 1050

ECHELLE fondamentale d'un *Thermomètre*, pour corriger les effets que la *chaleur* produit sur le Baromètre. . . . . . 372 & s.

La même ECHELLE rendue propre à toute *hauteur* du *Baromètre*. 490 & s.

Remarques sur l'ECHELLE du *Baromètre*. . . . 395 & s.

ECHELLE du *Baromètre* dont le tube est en forme de *Siphon*. 485 & s.

ECHELLE des *Thermomètres* employés à la plûpart des expériences rapportées dans cet Ouvrage. 414 *n*

Considérations sur l'ECHELLE du *Thermomètre*. . . . 453

Manière de LA tracer sur sa *Monture*. . . . . . 458 *c* & s.

ECHELLE du *Thermomètre de Mercure*, dont les *parties* indiqueront des *différences* égales de la *chaleur*. . . 422 *rr* joint à 422 *hhh* & s.

Formule pour la construire plus exactement. . . . 1113 & s.

Table qui peut servir à construire les ECHELLES de *Thermomètres* de différentes *liqueurs*, de manière qu'ils soient d'accord entr'eux, en employant la méthode dont on trouve un exemple au § 422 *hhh* & s. . 426 *b*

Planche sur laquelle on peut prendre immédiatement des ECHELLES pour les *Thermomètres* d'*esprit de vin* qu'on voudra accorder avec

le *Thermomètre* de *mercure*. N°. 458 *u*
Moyen que peuvent employer les Ouvriers en verre, pour se procurer de bonnes ECHELLES sur leurs *Thermomètres*. . . . . 458 *y*
ECHELLE du *Thermomètre* de *mercure* destiné à corriger les observations du *Baromètre* pour la *mesure des Hauteurs*, en conséquence des variations de la *chaleur* de l'*Air*. . . . . 608 & s.
Du *Thermomètre* de *mercure* destiné à corriger les *Réfractions moyennes*, au même égard. . 838 & s.
D'un *Thermomètre* employé aux observations de la *chaleur* de l'*Eau bouillante*. 870

EDEMBOURG (*Thermomètre* d') sa construction. . . . 434 *b*

ELASTICITÉ de l'*Air*. Sa *diminution* doit faire *monter* le *Baromètre*; au lieu de le faire *descendre*, comme l'ont pensé quelques Physiciens. . 216 & 317
ELASTICITÉ *de l'Air*. Contestée par *Linus*. 240
Prouvée par *Boyle*. . 241 & s.
Différence supposée par M. *Bouguer* dans l'ELASTICITÉ des particules d'*Air*. . . . 327 & s.
Voyez *Fluides* ELASTIQUES.

ELECTRICITÉ *du Baromètre*. Voyez LUMIERE *du Baromètre*.

ELECTRIQUE Voyez FLUIDE.

EQUATEUR. L'*Atmosphère* doit y être plus élevée que dans les autres parties du *Globe terrestre*. . 199
Pourquoi les *variations* du *Baromètre* y sont moins grandes qu'au *Nord*. 733

ERREURS. *Limites* des ERREURS dans les *observations* du *Baromètre*. 397
Causes des ERREURS dans la *mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*; & leurs *limites*. N°. 656 & s.
Limites des ERREURS dans les *observations* de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. 881
Ces ERREURS sont communes à la plûpart des *observations*. . *ibid.*
Néceffité de chercher les *limites* des ERREURS dans les *observations*, pour qu'on puisse raisonner avec quelque certitude sur les *causes*. 1157

ESPRIT-DE-VIN. Ses *condensations* vont en *croissant*, comparativement à celles de l'*Eau*, par les mêmes diminutions de la *chaleur*. 412 *e*
Et en *décroissant* comparativement à celles du *Mercure*. . . 412 *f*
L'ESPRIT-DE-VIN *affoibli* par son mélange avec de l'*eau*, se dilate comme elle lorsqu'il est prêt à se geler. . . . . . 412 *e*
La *marche* de tout ESPRIT-DE-VIN par les variations de la *chaleur*, est affectée de celle de l'*Eau*. 412 *f*
SES *condensations* vont en *décroissant*, comparativement à celles de l'*eau saturée de sel marin*. . 414 *f*
ESPRIT-DE-VIN *saturé de sel marin*. Ses *condensations* vont un peu en *croissant*, comparativement à celle de l'ESPRIT-DE-VIN *pur*. . . . . . . 414 *g*
IL dissout très peu de *sel marin*. . . . . *ibid.*
ESPRIT-DE-VIN exposé par M. *Braun* au *froid* qui fit *geler* le *mercure*, ne se *gela* pas. . 415 *k* & 415 *ll*
Recherche de la *Loi* que suivent les *condensations* de l'ESPRIT-DE VIN, comparativement à celle du *Mercure*, par les mêmes *diminutions* de la *chaleur*. . . . 415 *mm* & s.
Appliquée à découvrir, combien l'ESPRIT-DE-VIN peut se *condenser* sans se *geler*. . . . 415 *xx*

Cette

Cette *Loi* s'accorde avec l'explication donnée de l'*augmentation de volume* des *liquides acqueux* quand ils se *gêlent*. . . N°. 415 *y y*
Les *condensations* de l'ESPRIT-DE-VIN *affoibli*, sont trop irrégulières pour les soumettre à aucune *Loi*. . . . . , 415 *u u*
Rapport des *condensations* de l'ESPRIT-DE-VIN avec celles de divers autres *Liquides*. . . 418 *m*
Avec les *diminutions* correspondantes de la *chaleur*. . . . 422 *m m m*
Avec les *condensations* du *mercure*; par M. *Micheli Du Crest*. 425 *e* & f.
Il faut *purger* d'*Air* l'ESPRIT-DE-VIN, pour qu'il puisse soutenir la *chaleur* de l'*eau bouillante* dans le *Thermomètre*. . . . 423 *b*
Méthode de M. J. B. *Durand* pour la lui faire soutenir. 323 *c* & f.
De M. *Micheli Du Crest*. 423 *g* & f.
Effet de cette dernière méthode. . . . . . . 425 *n*
Différence dans la *marche* de l'ESPRIT - DE - VIN différemment rectifié, par les mêmes variations de la *chaleur*. . . 426 *a* & f.
Chaleur de l'ESPRIT-DE-VIN *affoibli d'½ d'eau* (ou de M. *de Reaumur*) lorsqu'il *bout*. . . 443 *c*
Quelques avantages de l'ESPRIT-DE-VIN employé au *Thermomètre*. 458 *i*
Thermomètres d'ESPRIT-DE-VIN accordés aisément avec le *Thermomètre* de *mercure*, pour l'usage du Public. . . . . . 458 *m* & f.
Raison de ce que l'ESPRIT DE VIN supporte plus de *chaleur* dans le *Thermomètre*, que dans un *vase ouvert*. 976
L'ESPRIT-DE-VIN qui *bout*, perd plus de *chaleur* que l'*eau*. 1090

EST (*Vent d'*) produit par le *Lever du Soleil*. . . . 525 & f.
Son effet probable sur les observations du *Baromètre* faites vers le *Lever du Soleil*. . . N°. 597

ETALON pour placer l'*Echelle* du *Baromètre*. . . . 394 3°
Pour le *Thermomètre* d'*esprit de vin*. . . . 458°

ETÉ. Changemens différens qu'il produit dans la quantité d'*Eau* des *Rivières* de diverses espèces. . 159 & f.
Effet du Passage de l'*hiver* à l'ETÉ dans le poids de l'*Atmosphère*. . 204
La différence de *chaleur*, entre l'ETÉ & l'*hiver* peut être petite, rélativement au *froid* absolu. 686 & f.
Augmentation de la *chaleur* de l'*Air* en ETÉ qui présage la *pluie*. 720
Accablement qu'on éprouve en ETÉ qui l'annonce aussi. . 721

ETHER (L') peut, par sa condensation autour des *Planètes*, former leurs *Atmosphères*. . . 804

EVAPORATION. Sépare mieux l'*esprit* du *flegme* dans l'*esprit-de-vin*, que la *distillation*. . . 426 *e*
Se fait en *Hiver* comme en *Eté*. 685 & f.
Est accompagnée dans les Liqueurs d'un *réfroidissement*. . . 693
Est produite par le *feu*. . *ibid.*
Remarque sur l'ÉVAPORATION dans le *vuide*. . . . 708
L'EVAPOR. n'est pas la cause, mais la suite, du *réfroidissement* qui l'accompagne. 972
Elle n'a lieu qu'à la surface des liquides, ou dans les parties intérieures où il se fait une solution de continuïté. 998
L'*air* produit cette solution de continuïté intérieure, & occasionne ainsi l'ÉVAPORATION. 1002 & f.
EXHALAISONS. Altèrent l'*eau* de la *pluie*, pour la *Plaine*. . . 932
Des *Volcans*. Voyez VOLCANS.

F.

FAHRENHEIT. Paroit être le prémier qui aît employé le *mercure* au *Thermomètre*. . . N°. 430 *a*
Et qui aît remarqué l'effet des différences de *poid* de l'*air*, fur la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . . 449 *d*
SON *Thermomètre*. . 430 *b* & f.
Remarque fur le *terme fixe inférieur* de ce *Thermomètre*. . 437 *a*
Rapport de SON *Echelle*, avec celles des *Thermomètres* qui doivent être employés dans la *mefure des hauteurs* par le *Baromètre*. . . . II VOLUM. Pl. V.

FAY (M. *du*). Son Hypothèfe fur la *lumière* que produifent quelques *Baromètres*. . . . 77 & f.
Son expérience fur les *Baromètres* purgés d'*air* par le *feu*. *ibid.* & 96 & f.
Son opinion fur l'effet que produit la *chaleur* dans les *Baromètres*. 109

FATIO *de Duillier*. Sa mefure géométrique de la hauteur de la *Dole*. 644
Du *Mont blanc*. . . . 761

FÊLURES du *Verre*. Manière de les *fouder*. 479

FER. Ses *réfroidiffemens* dans l'*air* & dans le *vuide*. 971

FEU. Obfervations de quelque Phyficiens, fur l'effet du *Feu* dans les *Baromètres* où l'on fait *bouillir* le *mercure*. . . . . . 96 & f.
Nouvelles expériences fur cet objet. . . . . . . 355 & f.
Si le FEU produit les *vapeurs*; elles peuvent être plus *légéres* que l'*air*. 675
Le FEU a plus d'affinité avec l'*eau*, qu'avec l'*air*, & même qu'avec la plûpart des *matières combuftibles*. . . . . . N°. 676
Comment le FEU eft *éteint* par l'*eau* . . . . . . *ibid.*
Comment l'*air* augmente l'action du FEU. 677
Il y a toûjours dans les *liquides* une quantité fuffifante de FEU, pour produire l'*évaporation*, même au plus fort de l'*hiver*. . . 684 & f.
SON action fur les corps. . *ibid.*
Phénomènes qui prouvent que le FEU eft le Véhicule des *vapeurs*. 691 & f.
Diminution de l'action du FEU fur les matières *combuftibles* au fommet des hautes Montagnes. 903 & 919
Le FEU fe diffipe d'autant plus aifément, que l'*Air* qui l'environne eft plus *rare*. . . . 970
SES particules & celles de l'*air* fe heurtent mutuellement. . *ibid.*
Le FEU redonne de l'*élafticité* à l'*Air* renfermé dans les pores de l'*eau*, & l'en dégage. . 1000 & f.
IL repouffe l'*eau*, quand il a rempli fes pores. . . 1007
IL la repouffe d'autant plus tôt, qu'elle eft moins chargée. . 1011
La *viteffe* des particules du FEU ne peut pas croitre à l'*infini*, & par conféquent il ne peut pas abandonner les corps avec une *viteffe* inverfement proportionnelle aux obftacles. 1136
Conjectures fur l'action du FEU au deffus de l'Atmofphère. . 1138

FEUILLÉE (*Le Pére*). Son obfervation du *Baromètre* fur le *Pic de Téneriffe*. . . . 280
Sa mefure géométrique de la même *Montagne*. . . 281 *note*

FLAMME. Son peu de denfité fur

les hautes *Montagnes*. N°. 903 & 919

FLEGME. Son adhérence aux parties volatiles, dans *l'esprit-de-vin*. 426 *c* & f.

FLORENCE (*Thermomètres de*). 434 *b*

FLUIDES. *Loix* de la *chute* des *corps* dans les FLUIDES, dévelopées à l'occasion d'une hypothèse de *Leibnitz* sur les *variations du Baromètre*. . . . . . 166 & f.
Raison de préférer les FLUIDES aux *Solides*, pour mesurer la *chaleur*. . . 410 *a* & 420 *a* & f.
Les différens FLUIDES n'ont pas une même *marche* par les variations de la *chaleur*. . . 410 *b*
Divers FLUIDES emploiés au *Thermomètre* par les Physiciens. . 410 *c*
Expériences qui montrent la diversité de leurs *marches*. . . 418
Rapport des *condensations* de quelques FLUIDES, avec les diminutions de la *chaleur*. . 422 *mmm*
Recherche du FLUIDE le plus propre à la *mesure* de la *chaleur*. 411 & f.

FLUIDES ÉLASTIQUES. Hypothése de M. *Bernoulli*, sur la nature de ces FLUIDES. . . . . 285 & f.
La cause de leur *Elasticité* sera expliquée par M. *Le Sage*. 288 *note* 413 *e* . . . . & 1006
Examen des FLUIDES ÉLASTIQUES quant à la *mesure* de la *chaleur*. . . . 420 *c* & f.
Les particules des FLUIDES ELASTIQUES se heurtent mutuellement. . . . . N°. 970

FLUIDE ÉLECTRIQUE. A plus d'*affinité* avec l'*eau* qu'avec l'*air*. 680 & f.
Communiqué par le *Rhône*, à des *Fontaines* qui en dérivent, & au terrein *humide*. . . 681
L'*Air* pur s'oppose à sa dissipation. 682
Le FLUIDE ÉLECTRIQUE répandu dans l'*Air*, paroit influer sur la *santé*. . . . 942

FONDS (*Les*). Lieu remarquable dans les Montagnes de *Sixt*. 910 & f.
Observations du *Baromètre* & de la chaleur de l'*eau bouillante* dans ce lieu là. 911

FONTENELLE (M. *de*). Croyoit que la *chaleur* n'influoit pas sur le *Baromètre simple*. . . 107
Approuvoit l'hypothèse de *Leibnitz*, sur les *variations du Baromètre*. 170

FOURREAU pour le *Baromètre portatif*. 501

FOURVIERE, *Eglise* sur la Colline de *Lyon*. Sa *Hauteur* sur le niveau du *Rhône* mesurée par le *Baromètre*. 754

FOWLER. Son *Thermomètre*. . 434 *f*

FUSIL des chasseurs au *Chamois*. 896

G.

GALLILÉE. Assigne des bornes à l'*horreur du vuide*. . . . 4
Estime le rapport des pesanteurs spécifiques de l'*air* & de l'*eau*. . 235
Remarque sur SA *Loi* de l'accélération de la *chute* des *corps*, considérée quant aux explications *méchaniques* de la *Pesanteur*. . . 1146

GARCIN son hypothèse sur les *variations du Baromètre*. . 119 & f.

GARDEN son hypothèse sur les *variations du Baromètre*. . . 121 & f.

GARSTEN son hypothèse sur le même sujet. . . . 132 & f.

GAUGER. Annoncé pour l'Auteur du *Baromètre réduit* de M. *Amontons*. Journal de Trévoux, Mars 1723. 52 *note*

GELÉE *blanche abondante*. Est accompagnée de l'abaissement du *Baromètre*, & présage la *pluie*. . N°. 725

GENES. Expérience de la *chaleur* de l'*eau bouillante* faite dans cette Ville. . . . . . 450 *c* & s.
Observations du *Baromètre* faites à son *Fanal*. . . . 642 & s.
Autres observations faites à GENES, comparées à de semblables observations faites à *Turin*, pour estimer la différence de hauteur de ces deux Villes. 648
Nivellement de la route de *Genève* à GENES par le *Baromètre*. . 749 & s.

GENEVE. *Hauteur* de la Colline sur laquelle cette Ville est bâtie. . . 636
Hauteur de cette *Ville* rélativement à *Turin*, par l'observation du *Baromètre*. 647
Sa *hauteur* sur le Niveau de la *Mer*. . . . . . 648 & 649
Nivellement fait par le *Baromètre*, de la route de GENEVE à *Gênes*. 749
De GENEVE à *Motiers Travers* & *Neufchâtel*. 752
à *Berne*. 753
à *Beaucaire* par le *Dauphiné*. 754
Par le *Rhône*. . . 755
à la *Dôle* Montagne du *Pays de Vaud*. . 756
aux Montagnes de *Sixt* en *Faucigny*. . . 757

GIFFRE. Torrent formé par la fonte des Glaces, dans les Montagnes de *Sixt* en *Faucigny*. . . . 884

GIVRE. Sa formation. . . 696

GLACE. Hypothèse de M. *l'Abbé Nollet*, sur l'augmentation de son volume quand ELLE se forme. . 413 *b*
De M. *de Mairan*. . N°. 413 *c* & s.
Le degré de *chaleur* où la GLACE se forme, différe de celui où elle *fond*. . . . 436 & 438
La GLACE se *réfroidit* de plus en plus, à mesure que la *chaleur* diminuë. . . . . . . 438 *f*
GLACE *qui fond*, & *Eau dans la* GLACE : Expressions synonimes : & pourquoi. . . 438 *b* & s.
Expériences sur la *fixité* de ce degré de *chaleur*. . . 438 *c* & s.
Température du mélange de 2 parties de GLACE *fondante* & d'1 parties de *sel marin*. . . 443 *k* & s.

GLACIERS des *Alpes*. Ce que c'est. . . . . 157 & 893
GLACIER de *Buet*, dans les Montagnes de *Sixt en Faucigny*. . 927 & s.
Renouvellement des GLACIERS; leur accroissement; *crevasses* qui s'y font de tems en tems. . . . 939
Direction pour le voyage au GLACIER *de Buet*. . . 947

GMELIN. Son observation d'un grand *froid* naturel à Jenisci en Siberie. . . . . . 424 *b*

GRANGES DES COMMUNES; Hameau dans les Montagnes de *Sixt* en *Faucigni*. Observation du *Baromètre* & de la *chaleur* de l'*eau bouillante* dans ce lieu là. . 886 & 906

GRASSE-CHEVRE; *Paturage* dans les Montagnes de *Sixt*. Observations du *Baromètre* & de la *chaleur de l'eau bouillante* dans ce lieu là. 917 & s.

GRÊLE. Hypothèse sur sa formation. 714

H.

H.

HALES. Son *Thermomètre*. . N°. 434 g

HALLEY. Son *Hypothèse* sur les *variations du Baromètre*. . 130 & f.
A employé le prémier les *Logarithmes*, pour estimer les *Hauteurs* par l'abaissement du *mercure* dans le *Baromètre*. . . . 257 & f.
Ses recherches des pesanteurs rélatives de l'*air* de l'*eau* & du *mercure*. . . . . . 259 & f.
Sa *Règle* pour la *mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. . . 261 & f.
Application de cette *Règle* à la *mesure* de la Montagne de *Snowdon*. 266
Cette *Règle* diffère très-peu de celle de M. *Bouguer*. . . 267

HAMBERGER. Son *Hypothèse* sur la cause des *variations du Baromètre*. . . . . . 209 & f.

HARTSOEKER. Ses objections contre l'*hypothèse* de M. de *Mairan* sur la cause des *variations du Baromètre*. . . . . 194 & f.

HAUTEURS *terrestres*. Leur *mesure* par le *Baromètre* trouvée par *Pascal*. . . . . . 13 & f.
Cette manière de *mesurer* les HAUTEURS, parut d'abord aussi facile que commode; mais on fut bientôt détrompé. 224
Descartes s'en attribue l'invention. 226
Prémière tentative, projettée par *Pascal* & exécutée par *Perrier* sur le *Puy-de-Dome*. . . . 227 & f.
Règle de *Mariotte* pour cette *mesure* . . . . 250 & f.
de *Halley*. . . 257 & f.
de *Maraldi*. . N°. 268 & f.
de *Scheuchzer*. . 274 & f.
de *Jaq. Cassini*. . 280 & f.
de *Daniel Bernoulli*. . 305 & f.
de *Horrebow*. . . 322 & f.
de *Bouguer*. . . 325 & f.
Méthode de M. *Lambert*, pour prendre le milieu entre des *observations* dont les résultats différent; appliquée à concilier celles dont la plûpart de ces *Règles* sont tirées. . 333
Comparaison de toutes ces *Règles*. 334
Réflexions sur les grandes différences qui se trouvent entr'elles. 337
Expériences de M. M. *Cassini de Thuri* & *Le Monnier*; d'où M. *Cassini* conclud, que la *mesure des* HAUTEURS par le *Baromètre* ne sauroit être exacte. . . 318 & f.
Il faut nécessairement avoir égard au degré de *chaleur* de l'*Air*, pour parvenir à *mesurer les* HAUTEURS par le *Baromètre*. . . . 531
I^{e}. *Table* des *Hauteurs*, correspondantes aux *abaissemens* du *Baromètre*; tirée des observations faite à quinze *stations* dans la Montagne de *Salève*. . . . 541
Elle commence à manifester les effets des différences de la *chaleur* de l'*Air* dans ces observations. . *ibid.*
IIe. *Table* de ces HAUTEURS. 542
Elle manifeste la *Loi* des *condensations* de l'*air*: ses termes croissant sensiblement en *progression harmonique*. 544
IIIe. *Table* de ces HAUTEURS. 545
Elle fait découvrir la manière dont une pareille *Table* doit être emploiée; d'accord avec le principe, que plus l'*air* est *dense*, moins un même *abaissement* du *Baromètre* indi-

indique de HAUTEUR. N°. 457 & f.
IV[e]. *Table* de ces HAUTEURS. 549
Comparée avec les *Règles* de M. M. *Bouguer* & *Scheuchzer*. . 553 & f.
Détails élémentaires fur l'application des *Loix* des *condenfations* de l'*Air* à la mefure des HAUTEURS par le *Baromètre*. . 559 & f.
Table des HAUTEURS de l'*air*, correfpondantes à celles du *mercure* dans le *Baromètre*; qui conduit à l'ufage des *Logarithmes* dans cette *mefure* des HAUTEURS. . 570 & f.
Remarque fur les obfervations faites vers le *Lever du Soleil* pour cette mefure des HAUTEURS. 593 & f.
Correction à faire fur les HAUTEURS conclues des obfervations immédiates du *Baromètre*, pour les différences de la *chaleur* de l'*air*. 607 & f.
Preuve que cette correction doit être proportionnelle aux différences de *denfité* de l'*air* produites par la *chaleur*; contre une opinion de M. *Bouguer*, qui la rendroit trois fois moindre. . . . 832 & f.
Remarque fur la *Mefure* des *Hauteurs* peu grandes, par le *Baromètre*. 616
Et fur l'effet que produit dans cette *Mefure*, l'augmentation locale de la *chaleur*. . . 617 & f.
Récapitulation des principales conditions requifes pour *mefurer* les HAUTEURS par le *Baromètre*. . . . . 623 & f.
HAUTEURS de quinze *ftations* dans la Montagne de *Salève*, conclues d'obfervations du *Baromètre* calculées d'après les *Règles* précédentes. . . . . . 624 & f.
Autres applications de ces *Règles*. . . . . 635 & f.
Difficultés qui reftent à vaincre dans la *Mefure des* HAUTEURS par le *Baromètre*, pour la rendre plus exacte. . . . N°. 656 & f.
Précautions qui peuvent diminuer l'effet des petites caufes d'erreurs qui reftent encore dans cette *Mefure*. . . . . 740 & f.
Ufage du *Baromètre* pour *mefurer* la HAUTEUR des Lieux par où l'on voyage. . . 744 & f.
Exemples de cette efpèce de *Mefure des* HAUTEURS, ou *Nivellement*. . . . . 749 & f.
Mefure de la HAUTEUR du fol des *Villes* par le même moyen. 759
Celle de la HAUTEUR rélative des *Mers*, confidérée. . . *ibid.*
Le *Niveau* & le *Graphomètre*, joints au *Baromètre*, pour *mefurer* les HAUTEURS. . . 760 & f.
Conféquences des Principes fur lefquels la mefure des HAUTEURS par le *Baromètre* eft fondée. . 785 & f.

HIRE (M. *de la*). Parle du *Baromètre double corrigé*, comme étant de fon invention. . . . 32 *note*.
Eft un des prémiers qui obfervèrent la *lumière* que *donnent* quelques *Baromètres* lorfqu'on y agite le *mercure*. 70
Sa conjecture fur ce phénomène. *ibid.*
Croyoit que les *variations* de la *chaleur*, n'influoient pas fur le *Baromètre fimple*. . . . 107
Son Hypothèfe fur les *variations* du *Baromètre*. . . 136 & f.
Ses expériences pour *mefurer les Hauteurs* par le *Baromètre*, faites à l'*Obfervatoire de Paris*. . . 272 & f.
Son *Thermomètre*. . . 434 c

HIVER. Son effet fur les *Rivières* de divers efpèces, quant à la quantité d'*eau*. . . . . 157 & f.
Effet du paffage de l'HIVER à l'*Eté*, fur le poids de l'*Atmofphère*. 204
Il refte affez de *chaleur* dans les *liquide* en HIVER, pour produire

l'évapo-

l'évaporation. . . . . N°. 684 & f.
La différence de *chaleur* de l'ETÉ à l'HIVER peut n'être pas bien grande, rélativement au *froid* absolu. 688
La *chaleur* de l'*air* augmente en HIVER aux approches de la pluie. 719

HOMBERG. Son idée sur un *Baromètre* qui se tenoit toûjours plus bas que d'autres. . 66 & f.
Sur la *lumière* que donnent quelques *Baromètres* quand on y agite le *mercure*. . . . 75
Sur *l'évaporation* dans le *vuide* 708

HOOK. Perfectionne le *Baromètre double*. . . . . . 32 & f.
Invente le *Baromètre à poulie*. 35 & f.
un *Baromètre à l'usage de la Mer*. . . . . . 58 & f.

HORREBOW. Sa *Règle* pour estimer les *Hauteurs*, par l'abaissement du *mercure* dans le *Baromètre*. . 322 & f.

HUILES. Les particules de l'HUILE *d'olive* se rapprochent subitement quand ELLE se *fige*. . 414 *i* & *u*
SES *condensations* suivent une marche *croissante*, comparativement à celles de *l'esprit-de-vin*; & *décroissante*, comparativement à celles du *mercure*. . . . . . 414 *l*
Cette HUILE ne se *figea* pas dans un *Thermomètre*, quoiqu'exposée pendant quelque tems à la *congélation forcée* par le *Sel marin*. . 414 *o*
Conjecture sur une des causes de ce phénomène. . . . 414 *p*
Elle se *figea* par une *congélation* plus *forte* & d'une plus grande *durée*. . . . . 414 *q*
Elle se *condensa* de nouveau après avoir commencé à se *dilater*, quoique la *chaleur* continuât à *augmenter*. . . . *ibid.* & f. *Supplément*.
Elle se figea à la longue dans de la *glace* qui *fondoit*. N°. 414 *u* note
Il faut du tems pour que la *température* capable de *figer* l'HUILE d'*olive*, produise cet effet. . 414 *a*
HUILES *essentielles* de *Salsafras*, de *Serpolet* & de *Camomille*, exposées à une forte *congélation artificielle* par M. *Braun*, ne se *figèrent* pas. 415 *k*
Les *condensations* de ces HUILES suivent une marche *croissante*, comparativement à celles de *l'Esprit-de-vin*. . . . . . 415 *d d*
Remarques sur ces expériences de M. *Braun*. . . . 415 *e e* & f.
Expérience sur le degré de *chaleur* que peut acquérir l'HUILE *d'olive*. . . . . . 417 *g*
Les *dilatations* de l'HUILE *de lin* vont en *croissant*, comparativement à celles qu'éprouve le *Mercure* par les mêmes augmentations de la *chaleur*. . . . . 417 *i* & 419 *c*
Expérience sur le degré de *chaleur* que peut supporter l'HUILE *essentielle de serpolet*. . . . 417 *k* & f.
Défaut des HUILES rélativement au *Thermomètre*. 415 *f f*, 415 *h h* & 419 *a*
La différence de la *marche* de l'HUILE *de camomille* comparativement à celle du *Mercure*, prise pour la diff. de la *mar*. du *Mercure* comparativement à celle de la *chaleur*. 422 *oo* & f.
Rapport des *condensations* des HUILES d'*olive*, de *lin*, de *camomille* & de *serpolet*, avec les *diminutions* correspondantes de la *chaleur*. . . . 422 *m m m*
L'HUILE *de lin*, employée par *Newton* dans le *Thermomètre*. . 428 *c*
Chaleur que doit avoir l'HUILE *d'olive* pour faire *petiler l'Eau*. 990 & f.

HUMIDITÉ (L') n'affecte pas sensiblement le *sapin* dans le sens de la longueur de ses fibres. . . 362

Effets de l'HUMIDITÉ sur diverses espèces *d'Hygroscopes*. N°. 671 *note*
L'HUMIDITÉ de l'*Air*, distinguée des *Brouillards*. . . 672
L'HUMIDITÉ *de l'Air* nous fait mal juger par notre *sensation* de son degré de *chaleur*. . . . 697
Voyez VAPEURS.

HUYGHENS. A exécuté un *Baromètre* à grandes variations, inventé par *Descartes*. 28
A inventé le *Baromètre double*. 29
A déterminé le rapport des tendances à s'éloigner du *centre*, dans des corps qui se meuvent dans des *grands cercles* de *sphère* avec divers degrés de *vitesse*. . . 195

HYDROSTATIQUE. Exposition de quelques principes de cette *science* quant à la *chute* des *corps* dans les *Fluides*; à l'occasion de l'Hypothèse de M. *Leibnitz* sur les *variations* du *Baromètre*. . . . 173 & s.

HYGROMETRE. Besoin d'un pareil *Instrument* dans la Mesure des *Hauteurs* par le Baromètre. . 738 & s.
Et dans l'estimation des *Réfractions*. . . . . . N°. 851

HYGROSCOPE. Son accord avec le *Baromètre* pour prédire les *changemens de tems*. 671
Effets de l'*humidité* sur diverses espèces d'HYGROSCOPES. *ibid. note*.
Les HYGROSCOPES prouvent, que l'*air* est imprégné de *vapeurs* quand le *Baromètre* baisse. . 717 & s.
Causes de l'*accord* en certains cas, & des *différences* en d'autres cas, entre les *variations* des HYGROSCOPES & celles du *Baromètre*. 731

HYPERBOLE *entre ses Assymptotes*: employée par *Halley* pour démontrer, que les *Tables des Logarithmes* peuvent être employées à conclure les *Hauteurs*, par les *abaissemens* du *mercure* dans le *Baromètre*. . . 261
Cette même *Courbe* peut servir à montrer la différence de l'usage des *Logarithmes* ou d'une *progression harmonique* dans ce même calcul. . 577

HYPOTHESES. Leur utilité, & leur danger, en *Physique*. . . . 950

I.

INERTIE *de l'Air*. Peut occasionner des *condensations* & des *dilatations* irrégulières dans l'*Atmosphère*, quand la *chaleur* y varie subitement. . . 659

INSTRUMENS. Les défauts de ceux qu'on avoit employés à *la Mesure des Hauteurs* par les changemens de *poids* de l'*Air*, sont en partie cause du peu de succès qu'on avoit obtenu dans cette *Mesure*. 459
Nécessité des *détails* dans les *descriptions* d'INSTRUMENS. . *ibid.*
Description des principaux INSTRUMENS emploiés aux expériences qui servent de fondement à cet Ouvrage. . . 459 & s.

K.

KEPLER. Estima le premier la hauteur totale de l'*Atmosphère*. N°. 232
Erreur de cette estimation, démontrée par *Boyle*. . . 233 & s.

KRAFFT. Ses expériences sur le degré de *chaleur* résultant du mélange de *liquides* de différentes *températures*. . . . . N°. 422 *l*

L.

LACS. Rendent les augmentations & les diminutions des *Rivières* plus régulières. 161
Hauteur du LAC de *Genève*, sur le *Niveau* de *la Mer-méditerranée*. 647
Celle du LAC de *Neufchâtel*, sur le même *Niveau*. 752
Celle du LAC de *Morat*. . . 753

LAMBERT (M.). Sa méthode de de prendre le *milieu* entre des *observations* qui méritent une égale confiance, appliqué par lui aux *observations* faites pour la *mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. . 333
A compris que les *variations* de la *chaleur* doivent influer dans ces *observations*. . . . 531 *note*

LANDE (*M. de la*). Envoye à l'Auteur un Mémoire sur les contradictions qui se trouvent dans certaines observations de la *chaleur*, & l'invite à travailler sur le *Thermomètre*. . 448 *d*

LANGUEDOC. Observations du *Baromètre* & de la *chaleur* de l'*eau bouillante* dans cette Province. . . 892

LEIBNITZ. Son Hypothèse sur la cause des *variations* du *Baromètre*. . . . . . 166 & s.

L'EPINASSE (M.). Sa méthode pour *purger* d'*air* les *Baromètres*. . 857 *note*

LEVER-DU-SOLEIL. Son effet dans les observations dont les différences procèdent de celles de la *densité* de l'*air*. Voyez SOLEIL.

LIÉGE. Employé au *Robinet* d'un *Baromètre portatif*. . . 467

LIGATURE, pour aider la *colle*, lorsqu'on réunit un *tube* de *verre* à quelqu'autre piéce. . . 476

LINUS. Conteste à *Boyle* l'*élasticité* de l'*air*. 240

LIQUIDES. Caractères qui annoncent qu'un LIQUIDE n'est pas propre à la *Mesure* de la *chaleur*. . . 412 *a*
Les LIQUIDES *aqueux* obeïssent à deux *Causes* opposées dans leurs *dilatations*. . . 412 *g* & s.
Leurs *condensations* suivent une marche décroissante, & se changent en *dilatations*, quoique la *chaleur* décroisse par degrés égaux. . 413 *p*
Exemple de cet effet, en tant qu'attribué à la combinaison de deux *causes*. . . . . . 413 *q*
Expérience qui prouve que la suppression d'une des *Causes* supposées, change *l'effet*. . . 414 *i* & s.
Décomposition de *l'effet* des deux *causes*. . . . . 415 *pp* & s.
La *cause* qui fait que certains LIQUIDES se *condensent* subitement lorsqu'ils se *gèlent*, n'influë pas sur

leur *marche antécédente*. N°. 415 *p* & ſ.

Plus un LIQUIDE s'*évapore* & *bout* aiſément: plus (toutes choſes d'ailleurs égales) la ſuite de ſes *dilatations* eſt *croiſſante*, comparativement à d'égales *augmentations* de la *chaleur*. . . . . 417 *e* & ſ.

Caractère général du LIQUIDE le plus propre à *meſurer* la *chaleur* par les changemens de ſon volume. . . . . . . 421 *z*

Confirmé par l'Expérience. 422 *ff*

Rapports entre les *condenſations* de quelques LIQUIDES, & les *diminutions* correſpondantes de la *chaleur*. . . . . 422 *m m m*

Les *Liquides* qui s'*évaporent*, ont moins de *chaleur* que l'*air* environnant. 693

Explication de ce phénomène. . 972

LISLE (*M. de*). Son *Thermomètre*. . . . 415 *c note*; & 432.

LISTER. Son hypothèſe ſur les *variations* du *Baromètre*. . . 128

Son obſervation ſur la *rouille* que le *mercure* produit ſur le fer. . . . . *ibid.* & 463 *note*.

LOGARITHMES. La Règle par laquelle on les trouve, indiquée par M. *Mariotte* pour eſtimer les décroiſſement de *denſité* des *couches* d'*air* de *poids* égal. . . . 250

Tables des LOGARITHMES, employées par M. *Halley* pour eſtimer les *Hauteurs* par l'*abaiſſement* du *mercure* dans le *Baromètre*. 258 & ſ.

Et par M. *Bouguer*. . . 555.

Détails élémentaires ſur cet uſage des *Tables des* LOGARITHMES. . . 556 & ſ.

Les LOGARITHMES *vulgaires* des *hauteurs obſervées* du *Baromètre* exprimées en *lignes*, donnent la *Hauteur* de l'*Atmoſphère*, depuis le lieu de l'obſervation, juſqu'à celui où elle ne ſoutiendroit plus qu'1 *ligne* de *mercure*. . N°. 798 & ſ.

Ou juſqu'à telle fraction de *ligne* qu'on voudra. . . 801

Le LOGARITHME de 0, eſt l'*infini négatif*. . . . 1143 *note*

LOIX *en Phyſique*. Les *prémières* LOIX de la *Nature*, diſtinguées des LOIX des *phénomènes*. . . 859 & 860

Ces *prémières* LOIX ſont difficiles à découvrir. 859. 1074, & 1143.

Néceſſité de bien connoître les LOIX des *phénomènes*, avant de remonter à leurs *cauſes*. . 860 & 1075

Reſſemblance dans l'application aux *Phénomènes*, de LOIX fort différentes en elles mêmes. . 1142 & ſ.

Uſage de ces LOIX admiſes par les Phyſiciens. . . . 1144.

Il ne faut pas les preſſer à la rigueur. . . . 1145 & ſ.

LONDRES (*Société royale de*). Son *Thermomètre*. . . 434 *e*

Thermomètre de LONDRES. 434 *i*

LUDOLFF. Son expérience ſur les *attractions & répulſions* des corps légers, par les tubes des *Baromètres* lorſque le mercure agité y donne de la *lumière*. . . . . 88.

LUMIERE *du Baromètre*. Découverte par *Picard* & par *de la Hire*. 69 & *ſ*.

Leurs conjectures ſur la cauſe de ce *Phénomène*. . . . 70

Hypothèſe de M. J. *Bernouilli*. 72 & *ſ*.

de M. *Homberg*. . . 75

de M. *de Mairan*. . . 76

de M. *du Fay*. . . 77

de M. *Muſſchenbroeck*. . 80 & *ſ*.

La LUMIERE du *Baromètre* eſt un Phénomène d'*Electricité*. . . 85 & *ſ*.

Remar-

Remarques générales sur ce Phénomène, considéré quant à la perfection du *Baromètre*. . . . N°. 95

LUNE. Remarques sur son *Atmosphère*. . . . . 805 & f.

LYON. *Thermomètre* de LYON. . 434 *i*
Nivellement de la Route de *Genève* à LYON, & de LYON à *Beaucaire*, par le *Baromètre*. . N°. 754
Hauteur du *Clocher* de *Fourvière* sur le Niveau du *Rhône* à LYON, mesurée par le *Baromètre*. . 754

M.

MANOMETRE, ou *Baromètre réduit* de M. *de Mairan*. . 55 & f.

MARALDI (M.). Ses expériences du *Baromètre*, faites en *Provence* & en *Auvergne*. 268
Règle qu'IL en a tirée pour la *mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. . . . . . . *ibid.*

MARCHE *des corps par la chaleur*. Sens de ce mot dans cet Ouvrage. . . . . . 410 *b* note

MARIOTTE (M.). Son Hypothèse sur les *variations* du *Baromètre*. 139
SES expériences pour découvrir la *Loi* des *dilatations* de l'Air. 246 & f.
SES recherches sur la *Hauteur* de l'*Atmosphère*. 250
A pensé le prémier qu'on pouvoit employer les *Logarithmes* pour conclure les *Hauteurs* par l'*abaissement* du *mercure* dans le *Baromètre*. . . . . *ibid.*
Règle à laquelle il s'arrêta pour cette *mesure*. . . . *ibid.* & f.
SES idées sur les exceptions à cette *Règle*. . . . . 255 & f.
SES expériences du Baromètre à *l'Observatoire* de *Paris*, comparées avec une hauteur mesurée, & avec des expériences semblables de M. *de la Hire*. . . . . 270 & f.

MARMOTTES. S'avertissent des dangers en sifflant. 944

MARTINE (M.). Ses recherches sur l'origine du *Thermomètre*. . 409 *a* note
Sur les rapports de divers *Thermomètres*. . . . . . 409 *b*
Sa détermination des points du *Thermomètre* de *Fahrenheit*, auxquels correspondent les *termes fixes* du *Thermomètre* de M. *de Réaumur*. . . . . . 444 *b* & f.

MASSANE (*Tour de*). Sa hauteur sur le Niveau de la Mer, mesurée *Trigonométriquement*, & par le *Baromètre*. . . . . 283.

MATHÉMATIQUES. Différence entre leurs objets, & ceux de la *Physique*. . . . . . 1136 & 1137

MAYER (M.). Remarques sur ses observations rélatives aux changemens qu'éprouvent les *Réfractions* par divers états de l'*Air*. 815 & f.

MAIRAN (M. *de*). Inventeur d'un *Manomètre*. . . . . 55 & f.
Adopte une Hypothèse de M. *Amontons* sur les irrégularités des *Baromètres*. 68
Estime la *hauteur* de l'*Atmosphère*, par celle des *Aurores boreales*. . . . . . *ibid.* note
SON Hypothèse sur la *lumière* du *Baromètre*. 76

Sur la cause des *variations* du *Barometre*. . . N°. 193 & s.
SES expériences sur l'*augmentation* de *volume* de l'*Eau* prète à se *geler*. . . . . 412 *b note*
Ses Hypothèses sur cette *augmentation*. . . . . . 413 *c*

MELANGES *d'eau* à différentes *températures*. Exécutés par quelques Physiciens, pour déterminer le degré de *chaleur* que ces MELANGES conservent. . . . . 422 *i* & s.
Proposés par *Rénaldini* pour graduer le *Thermomètre*. . 422 *d* & s.
Par M. *Le Sage* pour le même objet, mais dans le but de donner au *Thermomètre* des *degrés* proportionnels aux différences de la *chaleur*. . . . . . 422 *b* & *o*
Exécutés dans le même dessein. . . . . . 422 *q* & s.

MEMBRANE *des Bateurs-d'or*. Utile pour garnir les *tubes* de *verre* qui doivent entrer dans quelque *piéce*. 473
Manière de la préparer. . 473 *note*
Est capable de contenir le mercure. 487

MER (*Le niveau de la*). Pris pour prémier terme, dans une prémière *Table* des *Hauteurs*, correspondantes aux *abaissemens* du *Baromètre*. 543
Il n'est pas nécessaire d'avoir égard à la hauteur du *Baromètre* au *Niveau de la* MER, pour *mesurer* les *Hauteurs* par cet Instrument. 550
Hauteur du *Lac* de *Genève* sur le *Niveau de la* MER, déterminée par des observations du *Baromètre*. 647
Hauteurs de divers lieux sur le *Niveau de la* MER, déterminées par la même méthode. . N°. 749 & s.
Erreurs sur la *densité* de l'*Air* au *Niveau de la* MER. . . 650 & s.
Observations du *Baromètre* à faire le long des *Côtes* de la MER. . 759

MERCURE. Son adhésion au tube du *Baromètre*, rend inutiles les moyens qu'on a employés pour augmenter les *variations* de cet *Instrument*. 50
De même qu'une très grande *subdivision* des *degrés* de son *Echelle*. . . . . . 51 & 486
Oblige de *frapper* le *Baromètre* quand on l'observe. . . 406
Rapport de la *pesanteur spécifique* du MERCURE, avec celle de l'*Eau* & de l'*Air*, suivant *Boyle*. . . 237 & s.
Suivant *Halley*. . . 260

Voyez vers la fin de cet Article de nouvelles expériences sur le même objet.

Le MERCURE qu'on a fait *bouillir* dans le *Baromètre*, y donne ordinairement de la *lumière* quand on l'agite. 342
Manière de faire cette *opération*, & ses effets. . . . 356 & s.
Voyez LUMIERE *du Baromètre*.
Le MERCURE, se tient *abaissé* au dessous du *niveau*, dans les *tubes étroits*. 381
Conséquence de cette propriété du MERCURE, dans la construction du *Baromètre*. . . 382 & s.
Nécessité de connoître dans le *Baromètre*, la *hauteur* à laquelle le poids de l'*Air* peut y soutenir le MERCURE, abstraction faite de toute autre cause. . . . 407 & 551
Propriétés du MERCURE, qui le font juger propre à *mesurer* la *chaleur*. . 412 *a*, 416 *t* & s. 417 *m* & s. & 421 *y* & *s*.
Des *condensations* égales du MERCURE,

CURE, correspondent à des *condensations* décroissantes de l'*esprit-de-vin*. . . . . . N°. 412 *f*
de l'*huile d'olive*. . 414 *l* & 417 *i*
& en général de tous les *liquides* soumis à l'examen. . . . 421 *z*
Le MERCURE peut se *geler* . 415 *a*
Expériences de M. *Braun* rélatives à la *congélation* du MERCURE. . . . . . 415 *b* & f.
Diminution dans la *chaleur* de l'*Air*, nécessaire à cette *congélation*. 415 *e*
Abaissement trompeur du MERCURE dans des *Thermometres* pendant cette *opération*. . . 415 *g* & f.
SON plus grand *abaissement* régulier. . . . . 415 *i*
Le MERCURE ne se *dilate* pas lorsqu'il se *gèle*. . . . . 415 *l* & f.
IL ne se *contracte* pas irrégulièrement dans le même cas. . 415 *t* & *z z*
IL ne perd pas non plus son *poli*. . . . . 415 *f*.
Remarque sur l'incertitude de M. *Braun* quant au *degré* de diminution de la *chaleur* nécessaire à *geler* le MERCURE. . . . . 415 *z*
Moyen de déterminer ce *degré*. . . . . 415 *a a* & 416 *r*
Chaleur que peut supporter le MERCURE. . . . . 417 *g*
SES *vapeurs* ont peu de *vertu expansive*. . . . . . 417 *h*
Quoique les *condensations* du MERCURE aillent en *croissant*, comparativement à celles de tous les autres *liquides* éprouvés; elles vont encore en *décroissant*, comparativement aux *diminutions* correspondantes de la *chaleur*. . . 422 *e e*
La *marche* du MERCURE, comparativement à la *chaleur*, ressemble à celle de l'*huile de Camomille*, comparativement à celle du MERCURE. . . . . . . 422 *pp* & f.
Détermination des *degrés* du *Thermomètre* de MERCURE qui correspondent à des *différences* égales de la *chaleur*. . . N°. 422 *r r*
Et des *différences* de *chaleur* qui correspondent aux *degrés* égaux du *Thermomètre* de MERCURE. 422 *l l l*

Voyez à la fin de cet Article des déterminations plus méthodiques.

Comparaison de la *marche* du MERCURE avec celle de divers *Liquides*, par des changemens de la *chaleur* égaux entr'eux. . 422 *m m m*
La *marche* du MERCURE se rapproche plus que celle de tous les autre *liquides*, de la *marche* de la *chaleur*. . . . , . 422 *n n n*
Le MERCURE doit donc être employé au *Thermomètre*. . 422 *o o o* & f.
Autres raisons de l'y employer.
On LE purge aisément d'AIR. 423 *a* & f.
Il est très propre à *mesurer* de grandes *variations* de la *chaleur*. 424 *a* & f.
IL se conforme plus *promptement* que tout autre *liquide* aux *variations* de la *chaleur*. . . . 425 *a* & f.
Tout MERCURE a la même *marche* par les *variations* de la *chaleur*. . . . . . 426 *m* & f.
Rapport de SES *condensations*, avec celles de l'*esprit-de-vin*, suivant M. *Micheli Ducrest*. . . 425 *d* & f.
Manière de connoître si le MERCURE est assez *pur* pour le *Baromètre* & pour le *Thermomètre*. . 457 *c*
Et de LE nettoyer des saletés qu'IL contracte à l'*Air*. . . . 457 *d*
Difficulté de connoître le rapport des *dilatations* du MERCURE & de l'*Air*. . , . 661 & f.
Leur rapport estimé, en supposant qu'elles son proportionnelles. 663
Moyen de connoître le rapport des *pesanteurs spécifiques* du MERCURE & de l'*Air*, en tout tems & dans

dans tous les lieux. . N°. 787 & f.
Formules & *Tables* pour trouver le rapport de la *marche* du MERCURE dans le *Thermomètre*, avec celle de la *chaleur*. . . . 1101 & f.

MESURE. Défauts dans lesquels on peut tomber dans la MESURE du *Baromètre*. . . . . 395 & f.
MESURE de la *hauteur* de 6 *stations* dans la *Montagne* de *Salève*, par le *Quart-de-cercle*. . . . 508
MESURE de 15 *stations* dans la même *Montagne*, par le moyen du *Niveau* . . . . 511 & f.
Remarques sur la MESURE des *Hauteurs* au *cordeau* . . 516 & f.
MESURE de la *hauteur* du Clocher de *St. Pierre* à *Genève*. . . 636
Du *Dome* de *Supergue*, Eglise située sur la Montagne *de Turin*. 639
Du Clocher de *St. Jean* à *Turin*. . , ... 641
Du *Fanal* de *Gènes*. . . . 642
Les MESURES de la *chaleur* n'ont rien d'absolu. . . 411 & 687
MESURE des *Hauteurs* par le *Baromètre*. Voyez HAUTEURS & BAROMETRE.

METAUX. Ont des *réfroidissemens* plus rapides dans le vuide que dans l'*Air*. 971

MICHELI *du Crest*. Ses recherches sur les *rapports* de divers *Thermomètres*. . . . . . 409 *c*
Sur la *marche* de l'*Eau* dans ses *condensations*, par les *diminutions* de la *chaleur*. . . . . 412 *c*
SA méthode pour faire supporter à l'*esprit-de-vin* renfermé dans le *Thermomètre*, la *chaleur* de *l'eau bouillante*. . . 423 *g* & f.
SES remarques sur la *sensibilité* rélative de l'*Esprit-de-vin* & du *mercure*, aux impressions de la *chaleur*. . . . N°. 425 *c*
Division de SON *Thermomètre*. . . . . 425 *e* & 433
Rapport qu'ont, suivant SES expériences, les *marches* de l'*esprit-de-vin* & du *mercure* dans le *Thermomètre*. . . . . . 425 *e*
Examen de ce rapport. . 425 *f* & f.
Ses expériences sur l'égale *dilatabilité* de tout *mercure*. . . . 426 *n*
SON motif de préférer l'*esprit-de-vin* au *mercure* pour le *Thermomètre*. . . . . 426 *n* note
SES recherches sur le point du *Thermomètre* de M. *De Lisle* qui correspond à la *température* de la *glace qui fond*. . . . 432 *f*
SES expériences sur le point auquel la *chaleur* de l'*eau bouillante* devoit porter le Thermomètre de M. *de Réaumur*. . . . . . 444 *e*

MICROMETRE appliqué au Baromètre par *Derham*. . . 51
D'un *Thermomètre* pour mesurer la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . 868

MOLE, Montagne de *Savoye* à 4 lieues de *Genève*. Sa *hauteur* mesurée par le *Baromètre*. . . . 756
Observation faite sur cette *Montagne*, de l'*immobilité* du *Baromètre*, tandis qu'il baissoit à la *Plaine*. . . . . . 531 *note*

MONNIER (M. *Le*). Ses expériences du *Baromètre* sur le *Canigou*, avec M. *Cassini de Thury* & M. *l'Abbé de la Caille*. . 103 & f. & 318 & f.
Ses expériences de la *chaleur* de l'*eau bouillante* sur la même *Montagne* & à *Perpignan*. . . . 449 *e*
Com-

Comparaiſon de ces expériences à de nouvelles. . N°. 450 *i* & ſ.
Seconde comparaiſon. . . 964

MONTAGNARDS. Leur préjugé ſur le but des *Etrangers* qui viennent dans leurs *Montagnes*. . . . 907
Réflexions ſur le genre de vie des MONTAGNARS de *Sixt*. . 912

MONTAGNES. Différence entre les MONTAGNES & la *Plaine*, quant à la *tranſparence* de l'*Air*. . . . . 124 & 930 & ſ.
Formation des *Rivières* dans les MONTAGNES. . . 155 & ſ. & 935
Variations oppoſées du Baromètre ſur les *Montagnes* & dans la *Plaine*. . . . . 518 & ſ.
Recherches ſur la cauſe de ce phénomène. . . . 521 & ſ.
Quand la *chaleur* de l'*Air* augmente, ſon *poids* augmente ſur les MONTAGNES, en même tems qu'il diminuë ſur les *Plaines*. 528 & ſ.
Sur quelques particularités des hautes MONTAGNES; voyez ALPES.

MONT-BLANC en *Faucigny*. Deſcription de cette Montagne. . . . . 451 *g* note, & 935
Sa *hauteur* meſurée par M. *Fatio de Duillier*. 761
Nouvelle *meſure*. . . 763

MONT-D'OR en *Auvergne*. Expériences du Baromètre, faites par M. M. *Caſſini de Thury* & *le Monnier* ſur cette *Montagne*. . . . 319
Comparaiſon de cette *expérience* avec une autre du Père *Truchet*, à l'occaſion d'une idée de M. *Bouguer* ſur la *Meſure des Hauteurs* par le *Baromètre*. . . 772
Hauteur du *Mont-d'or* ſur le *Niveau de la Mer*. . . 319

MONTURE des *Baromètres* & des *Thermomètres*, doit être de *ſapin*. 362
MONTURE du *Thermomètre*. 458
D'un *Baromètre portatif*. . 464
La MONTURE ordinaire des *Thermomètres*, les rend impropres à marquer la *température* de l'*air* libre. . . . . . 533 & ſ.
MONTURE propre à cet uſage. . . . . . 537 & ſ.
D'un *Thermomètre* pour les obſervations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. 868
Précaution à prendre quand la Monture du *Thermomètre* eſt de *Métal*. 872

MORAT. Hauteur du *Lac* de ce nom, ſur celui de *Genève*, & ſur la *Mer-Méditerranée*, meſurée par le *Baromètre*. 753

MORLAND (le *Chev.*). Inventeur du *Baromètre incliné*. 37

MOTIERS-TRAVERS, dans la *Comté* de *Neufchatel*. Nivellement de la route de *Genève* à ce *Bourg*. 752

MOUFFLET (Montagne *du*). Sa *hauteur* meſurée *Géométriquement* & avec le *Baromètre*. . . 280 & ſ.

MOUTONS, *Paturage* qu'on leur deſtine dans les *Montagnes* de *Sixt*. 913

MUSSCHENBROEK. Son Hypothèſe ſur la *lumière* du *Baromètre*. 80 & ſ.
Nie les *attractions* & *répulſions* des Tubes des *Baromètres* lorſqu'ils donnent de la *lumière*. . . . 87 & ſ.
SES hypothèſes ſur les *variations* du *Baromètre*. 222
SA méthode pour charger les *Baromètres*. . . . . 359 *note*
SES expériences ſur les *réfroidiſſemens* des *métaux* dans le *vuide* & dans l'*air*. 971

N.

NEIGE. La NEIGE qui *fond* est à la même *température* que la glace qui *fond*; & cette *température* est *fixe*. 438 *b*
Les *Pics* élevés des *Cordelières* font couverts de NEIGE. N°. 714
Avalanches de NEIGE. 159 & 887 & f.
Difficultés qu'occasionne la NEIGE lorsqu'on monte sur de hautes *Montagnes*. . . 897 & 927 & f.
Le meilleur moyen d'y marcher fûrement. 929

NEWTON. A trouvé quels doivent être les *décroissemens* de la *densité* de l'*Air* en montant dans l'*Atmosphère*, en considérant la diminution de tendance à la Terre des particules de l'*Air* suivant une *puissance* quelconque. 262
SON *Thermomètre*. . 428 *c* & f.
IL avoit pensé que l'*Air* mêlé de *vapeurs* devoit être plus *léger* que l'*Air sec*. 712
IL a démontré que la quantité des *réfractions célestes* est déterminée par l'état de l'*Air* au lieu de l'observation. 810

NEUFCHATEL. *Nivellement* de la route de *Genève* à cette Ville fait par le *Baromètre*. 752
Hauteur du *Lac* de ce nom, sur celui de *Genève* & sur la *Méditerranée*. NB. *Voyez* l'errata. . . *ibid.*

NIVEAU du *mercure* dans le *Baromètre*. Remarques sur ce *point*. 375 & f.
Un NIVEAU construit pour mesurer la hauteur de quelque stations dans la Montagne de *Salève*. 511 & f.
NIVEAU joint au *Baromètre*. 507
Son usage. . . . 760 & f.
NIVEAU de la *Mer-Méditerranée* & de quelques *Lacs*. Voyez MER & LAC.

NIVELLEMENT de la Montagne de *Salève*. . . . N°. 511 & f.
NIVELLEMENS faits par le *Baromètre*. . . . . . 744 & f.

NOLLET (Mr. l'*Abbé*). A donné une histoire abregée du *Thermomètre*. . . . . . 409 *a* note.
SON Hypothèse sur l'augmentation de volume de la *glace*. . 413 *b*.
SES expériences sur le degré de *chaleur* résultant du mélange de *liquides* de différentes températures. . . . . . 422 *n*.
SA méthode pour *calibrer* les tubes des *Thermomètres*. . 455 *a*.

NORD. Comparaison de l'*Air* du NORD avec celui de l'*Equateur*, à l'occasion d'une hypothèse de M. *Le Cat* sur les *variations* du *Baromèt.* 148
Remarque sur la différence des *variations* du *Baromètre* au NORD & sous l'*Equateur*. . . 733

NUAGES. *Formation* & *ascension* d'un NUAGE plus *chaud* que l'*Air*. 694
Le *Baromètre* peut baisser par l'effet des *vapeurs*, sans qu'il paroisse de NUAGES dans l'*Air*. . 722
Formation des NUAGES. . 723
Les NUAGES n'influent pas sensiblement dans les différences de *poids* de l'*Air*. . . . . *ibid.*
Observation d'un NUAGE dissipé dans l'*air sec*. . . 729
Ascension des NUAGES par la *chaleur* des colonnes d'*Air* dans lesquelles ils arrivent. . . 916

O.

O.

OBSERVATOIRE. Manière de connoître la *hauteur moyenne* du *Baromètre* dans un OBSERVATOIRE, comparativement à sa *hauteur moyenne* à l'OBSERVATOIRE de *Paris*. 845
Tables de *Refractions moyennes* à former pour chaque OBSERVATOIRE. N°. 846
Température des *Caves* de l'OBSERVATOIRE de *Paris*. Voyez CAVES.

OR *pur*. Reste *poli*, lorsqu'il *s'endurcit* après avoir été *liquide*. N°. 415 s

ORMES (*Charles*). Sa manière de faire *bouillir* le *mercure* dans le *Baromètre*. 100

OURAGANS, produits par les *Avalanches* de *Neige*. . . 889

OUTHIER (M. l'*Abbé*). Fait mention d'un *Thermomètre* d'*esprit-de-vin* qui se *gela* à *Tornea*. . 412 e note.

P.

PAPILLONS dans le haut des *Alpes*. 930

PAPIN (*Digesteur de*). Cause de la grande *chaleur* que peut y recevoir l'*eau*. . . . . 1011 & 1091

PASCAL. Prouve la *pesanteur* de l'*air* en faisant dans des machines *vuides d'eau*, les mêmes expériences qu'on faisoit dans les machines vuides d'*air*. 9
Apperçoit les *variations* du *Baromètre*. 11
Trouve l'usage de cet instrument pour mesurer les *Hauteurs*. . . 13
SES observations & ses idées sur les *variations* du *Baromètre*. . 115 & s.
SON projet d'observations du *Baromètre* sur les *Montagnes*, pour connoître les rapports des *diminutions* du *poids* de l'*Air* avec les *Hauteurs*. . . . . . 225 & s.
SON observation du *Baromètre* sur une Tour de *Paris*. . 228 & s.
SON projet pour mesurer les *Hauteurs* par le *Baromètre*. . 229

PASSEMENT (M.). Ses *Baromètres* à plusieurs *tubes*. . . . 53 *note*
Son *Baromètre* à l'usage de la *Mer*. . . . . . 61 *note*.

PATRICK. Annoncé par *Halley* comme inventeur du *Baromètre conique* de M. *Amontons*. . . 46 *note*.

PELLICULE *verte, sur les eaux croupissantes*: prouve qu'il y a des *vapeurs* dans l'*Air* quand la *pluie* est *prochaine*. 717

PENDULE employé par M. *Bouguer* pour connoître le degré actuel de *densité* de l'*Air*. . . 329 & s.

PESANTEUR. Explication *méchanique* de la PESANTEUR par M. *Le Sage*, annoncée. . . . 1006
Remarque sur les objections contre toute explication *mécanique* de la *pesanteur*, tirées de la *Loi des accélerations de la chute des corps* trouvée par *Galilée*. 1146

PERRIER. Exécute sur le *Pui-de-Dôme* l'expérience du *Baromètre* projettée par *Pascal*. . 14 & 227
Ses idées sur les *variations* du *Baromètre*. . . . 116

PHENOMENES. Nous découvrent rarement les prémières *Loix* de la *Nature*. . . . . 859 & 1074
Loix des Phénomènes, ce que c'est. 860

Lenteur des découvertes par les PHÉNOMENES *spontanés*, sans le fécours des *Expériences*. N°. 950

PHYSIQUE. Différence entre ses objets & ceux des *mathématiques*. . 1137
Bornes qu'on doit mettre en PHYSIQUE au désir d'*exactitude*. . 1140
Causes générales de l'imperfection des *découvertes* en PHYSIQUE. . 1141
On peut se passer en PHYSIQUE d'une exactitude rigoureuse dans les *Loix* auxquelles on réduit les *phénomènes*. . . . 1144
On n'est pas fondé à rejetter des *Causes* PHYSIQUES, d'ailleurs probables, parce qu'elle ne se prêtent pas à ces *Loix* quand on les presse à la rigueur. 1146
Nécessité de déterminer les *limites* des *erreurs* dans les *expériences* PHYSIQUES, lorsqu'on veut remonter aux *causes*. . . 1147

PICARD. Découvre la *lumière* que produit le *Baromètre*. . . . 70
Sa conjecture sur ce phénomène. *ibid.*

PIED-DE-ROI. Son rapport avec le *Pied anglois*. 264
Différences entre les PIEDS-DE-ROI répandus dans le Public. . 396

PIERRE qui se ramollit quand la *pluie* est prochaine. . . . 671 *note.*
Certaines PIERRES annoncent la *pluie* par l'humidité dont elles se couvrent. . . . . *ibid.*

PIERRE (St.). *Cathédrale de Genève*. Plan d'observation du *Baromètre* au *Clocher* de cette Eglise. . 616
Détails sur ces observations. 635 & f.
Hauteur de ce *Clocher* & de la colline sur laquelle il est bati. . 636

PLAINE. Différence des changemens de *transparence* de l'*Air* dans la PLAINE & sur les *Montagnes*. . 124
Les *Rivières* qui se forment dans les PLAINES sont plus grandes en *Hiver* qu'en *Eté*. N°. 155. 158 & 160
Variations opposées du *Baromètre* à la PLAINE & sur une *Montagne*, par les mêmes *variations* de la *chaleur*. . . . . 521 & f.
Explication de ce phénomène. 524 & f.
Le moment le plus *chaud* du jour, est celui où le *Baromètre* est le plus *bas* dans la PLAINE. . . . 596
Observations du *Baromètre* à la PLAINE au pied de la Montagne de *Salève*. 625
Différence de transparence & de pureté de l'*Air*, entre la PLAINE & les hautes *Montagnes*. . . 931 & f.

PLAN-DE-LÉCHAUD. Lieu élevé dans les Montagnes de *Sixt*.
Observations du *Baromètre* & de la *chaleur de l'eau bouillante* dans ce lieu là. . . . 923 & f. & 945
Chamois trouvés au même lieu. 923

PLANTADE (M. *de*). SES expériences sur l'effet des différens *diamètres* des *tubes*, quant à la hauteur du *mercure* dans les *Baromètres*. . 101 & f.
Ses observations du *Baromètre* sur le *Canigou*, le *Moufflet* & *St. Barthelemy*. . . . 280

PLOMB. Son *évaporation* dans les fourneaux. 708
SES *réfroidissemens* dans l'*Air* & dans le *vuide*. 971

PLOMB (*à*). Nécessité d'un A PLOMB au *Baromètre*. . . 405
Description d'un A PLOMB pour le *Baromètre portatif*. . 496
Moyen d'arrêter SES *oscillations*, sans le faire tremper dans l'eau. . 497

PLUIE. Ce n'est pas parce qu'il est tombé de la PLUIE, que le *Baromètre baisse*: contre l'hypothèse de M. *Gar*-

M. *Garcin*. . . N°. 119 & f.
La chute de la PLUIE ne peut pas faire *baisser* le *Baromètre*: contre le systême de M. *Leibnitz*. . 166 & f.
L'*hygroscope* présage la PLUIE, comme le *Baromètre*. . 671 & f.
Autres *présages* de la PLUIE. 717 & f.
Quoique l'*abaissement* du *Barometre* présage ordinairement la PLUIE, il peut avoir lieu sans qu'il pleuve. . . . 722
Production de la PLUIE. . 724
Les grandes *rosées* ou *gêlées-blanches* précédent ordinairement la PLUIE quand le *Baromètre* baisse lentement. . , . . 725
Comment le *Baromètre* monte pendant la PLUIE. . . 728.
Comment il PLEUT sans que le *Baromètre* aît baissé. . . 730
Comment l'augmentation du *murmures* des *Rivières* est un présage de PLUIE. . . 1031 *note*

POLENI (*Le Marquis de*). Son *Thermomètre*. . . . 434 *d*

PRINS. Son *Baromètre simple*. 64

PROGRESSIONS. Les quantités dont les *condensations* de l'*Esprit-de-vin* diminuent, comparativement à d'égales *condensations* du *Mercure*, font les *sommes* d'une PROGRESSION *géométrique*. . . 415 *rr*
Quand les *Hauteurs* de l'*Air* suivent une PROGRESSION *arithmétique*, les *hauteurs* du *Baromètre* font en PROGRESSION *géométrique* 569
Quand les *différences* de *hauteur* du *Baromètre* sont prises en PROGRESSION *arithmétique*, les différences de *hauteur* de l'*Air* suivent une PROGRESSION *harmonique*. . 544
Prémière idée du rapport de cette PROGRESSION harmonique, avec les différences des *Logarithmes* des *hauteurs* du *Baromètre*. . 556 & f.
Détails élémentaires à ce sujet. 559
Mélange des PROGRESSIONS *harmonique* & *arithmétique* pour trouver d'une manière abrégée les *Hauteurs* de l'*air* correspondantes aux *abaissemens* du *Baromètre*. 583 & f.
Les *Réfractions* suivent une PROGRESSION *harmonique*, par des variations du *Thermomètre* en PROGRESSION *arithmétique*. 839
Les *différences* de la *chaleur* de l'*eau bouillante* suivent une PROGRESSION *harmonique*, quand les *hauteurs du Baromètre* sont prises en PROGRESSION *arithmétique*. 959
Les *pertes* de *chaleur* de l'*eau bouillante* croissent en PROGRESSION *harmonique*, quand les *densités* de l'*Air* décroissent en PROGRESSION *arithmétique*. . . . 975
Les différences successives des *condensations* du *mercure* dans le *Thermomètre*, par des *diminutions* de la *chaleur* égales entr'elles, suivent une PROGRESSION *arithmétique*. . . . 1098

PUI-DE-DOME. Expériences du *Baromètre* faites sur cette *Montagne* par M. *Perrier*. . . 14 & 227
Par M. M. *Cassini de Thury* & *le Monnier*. 318

Q.

QUART-DE-CERCLE, emploié pour mesurer la *hauteur* de quelques points dans la montagne de *Salève*. 508
Comparaison des résultats de cette opération, avec ceux d'un *Nivellement*. 513

QUARTZ dans les crevasses des rochers d'ardoise sur lesquels repose le *Glacier de Buet*. . . 938

R.

REAUMUR (M. de). Sa méthode pour trouver les rapports des *marches* des *Thermomètres* faits d'*esprit-de-vin* différemment rectifié. . . . . N°. 426 *i* & f.
Son *Thermomètre*. . . . 431
Remarques & expériences fur le *Terme fixe inférieur* de ce *Thermomètre* appellé 1000, *zéro*, ou *congélation*. 436
Remarque fur fon *Terme fixe supérieur*, appellé 80 & *Eau bouillante*. 440
Recherche des rapports entre le vrai *Thermomètre* de M. DE REAUMUR, & le *Thermomètre* de *mercure* dans lequel l'intervalle des points de la *glace qui fond* & de l'*eau bouillante* eft divifé en 80 parties. . . . . . 441. 442 & 443
Détermination du point correfpondant à la température de la *glace qui fond*, fur le vrai *Thermomètre* de M. DE REAUMUR. . 443 *r*
Et du point auquel y correfpond la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . 443 *z*
Détermination du point auquel correfpond fur le *Thermomètre* de *mercure* ci-deffus, le point 80 du *Thermomètre* de M. DE REAUMUR. 443 *u*
Formules pour réduire les obfervations faites fur le *Thermomètre* de M. DE REAUMUR, en *degrés* d'un *Thermomètre* de même liqueur, mais dont le *zéro* eft réellement la température de la *glace qui fond*, & le point 80 la température de l'*eau bouillante*; & l'inverfe. . 443 *y*
Détermination du point où la *chaleur naturelle* du corps humain, tient le vrai *Thermomètre* de M. DE REAUMUR. . . . 445 *b* & f.
Changement fait par M. DE REAUMUR lui-même dans fon *terme fixe inférieur*. . . . N°. 446 *g*
Nouvelle vérification de ce *terme*, par ce changement même. 447
Le vrai *Thermomètre* de M. DE REAUMUR s'écarte très peu, dans les obfervations ordinaires, du *Thermomètre* de *mercure* divifé en 80 *parties* &c. . . . . 453 *f*

RECHAUD pour les obfervations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . 879

REFLEXION *du terrein* (La); n'eft pas la feule caufe de ce que la *chaleur* eft plus grande dans les *parties inférieures* de l'*Atmofphère*, que fur les *Hauteurs*. 678

REFRACTION. Exemples de fon effet dans la *mefure* des *Hauteurs* par les opérations trigonométriques. . . . . . 513 & f.
Doit varier comme le *Baromètre* & le *Thermomètre*. . . 808
Opinion contraire de quelques Aftronomes. 809
Recherches fur la portion de l'*Atmofphère* qui détermine la *quantité* des REFRACTIONS. . 810 & f.
Remarques fur les obfervations de M. l'Abbé *de la Caille* & de M. *Mayer*, rélatives aux *variations* qu'éprouvent les REFRACTIONS. 815 & f.
Recherches fur le rapport des *variations* des REFRACTIONS avec celles du *Baromètre*. . . 824 & f.
On peut porter la détermination des REFRACTIONS à un degré d'exactitude plus grand que ne le penfoit M. l'Abbé *de la Caille*. 830
Méthode propofée. . 824 & f.
Trois caufes de changement dans les REFRACTIONS; les différences dans la *chaleur* de l'*air*, dans le *poids* qui le comprime, & dans les *Fluides* hétérogènes dont il eft mêlé.

mêlé. . . . . . N°. 828

Les plus grands *changemens* dans les REFRACTIONS pour un même lieu, sont produits par les *variations* de la *chaleur*. . . . 819

Correction sur les REFRACTIONS MOYENNES, rélative à cette cause. . . . 838 & f.

Deux fonctions du *Baromètre* dans les corrections à faire sur les REFRACTIONS MOYENNES. 842 & f.

REFRACTIONS MOYENNES à déterminer pour chaque *Observatoire*. 846

Remarques sur les *variations* du *Baromètre* dans un même lieu, considérées quant aux *variations* correspondantes dans les REFRACTIONS. . . . . 847 & f.

Moyen de découvrir si ces deux espèces de *variations* sont proportionnelles. 852

... Si les REFRACTIONS MOYENNES établies par M. l'Abbé *de la Caille* doivent être changées. 853

... Et si les *vapeurs* répandues dans l'*Air*, influent sur les REFRACTIONS. 854

REFROIDISSEMENT des liquides par l'évaporation. 693

Essai sur la cause de ce phénomène. 972

RENALDINI. Ses vues pour la graduation du *Thermomètre*. 422 *d* & f. & . . . . 428 *b*

RESERVOIR *du Baromètre* (Le), est un obstacle à l'exacte détermination du point d'où la hauteur du *mercure* doit être comptée. . . . 376 & f.

Et en général à l'*uniformité* des *Baromètres*. 384

Le *mercure* se tient plus bas dans les *Baromètres* qui ont un RESERVOIR, que dans ceux qui n'en ont point. 382

RESSORTS. Deviennent fragiles dans le *mercure*. . . . N°. 461

RESSORT pour empêcher le ballottement du *mercure* dans un *Baromètre portatif*. 487

RHONE. Sa hauteur au sortir du *Lac de Genève*, sur le niveau de la *Mer - Méditerranée*. . . 648 & f.

Electrisé, & par LUI les *Fontaines* de *Genève* qui en dérivent. . 681

Nivellement de SON cours de *Genève* à la *Mer*. 755

RICCIOLI. A différé beaucoup de *Galilée* dans l'estimation du rapport des pesanteurs spécifiques de l'*Air* & de l'*Eau*. 235

RICHMANN (M.). Ses expériences sur le degré de *chaleur* résultant du mélange de liquides de différentes *températures*. . . 422 *l* & f.

RIVIERES. Hypothèse de *Woodward* sur leur formation. . 150

Leurs *accroissemens* & leurs *diminutions* périodiques. . . 153

Les *accroissemens* se font en *Eté* dans les RIVIERES qui procèdent des hautes *Montagnes*; & en *Hiver* dans celles qui tirent leurs eaux des *Montagnes* peu élevées & des *Plaines*. 155

Les RIVIERES ont leur prémière source dans les *vapeurs* qui viennent des *Mers*: contre l'hypothèse de *Woodward*. . . . 156

Cause de la *diminution* qui se fait en *hiver* dans les RIVIERES qui procèdent des hautes *Montagnes*. 157 & 159

Et du changement contraire dans celles qui se forment dans les *Plaines* ou dans les *Montagnes* peu élevées. . . . . 158 & 160

Les *Lacs* rendent ces *variations* régu-

régulières. . . . N°. 161
RIVIERES composées des deux *espèces*. 162
Pourquoi l'augmentation du *murmure* des RIVIERES est un présage de *Pluie*. . . 1031 *note*

ROBINET, pour *un Baromètre portatif*. Difficultés de contenir le *mercure* par ce moyen. . . 466
Ces difficultés levées par un ROBINET fait d'*yvoire* & de *Liége*. N°. 467
Manière de LE réunir au Baromètre. . . . . 473 & f.
SON usage. . . . 481 & f.

ROSÉES. Les grandes ROSÉES dans nos *Climats* sont ordinairement accompagnées de l'*abaissement* du Baromètre, & présagent la *pluie*. 725

S.

SAGE (M. *Le*). Son projet d'un *Thermomètre équidifférentiel*. 411 *a* note
Nouveau développement de ce projet. . . . 422 *b* & f.
Donnera une explication nouvelle de l'*élasticité*. . 288 & 413 *e*
Son explication *mécanique* de la *pesanteur* annoncée, comme étant le systême d'où découle aussi l'explication de l'*élasticité* de l'*Air*. 1006
Sa remarque sur les objections qu'on fait contre les explications *mécaniques* de la *pesanteur*, tirées de la *Loi* de Galilée sur l'accélération de la chute des corps. . . 1146

SALEVE, *Montagne de Savoye, près de Genève*.
Mesure, par le *Quart-de-cercle*, de la *hauteur* de 6 *stations* dans cette *Montagne*, pour des observations du *Baromètre*. . . . 508 & f.
Mesure de 15 *stations* par le *Nivellement*. . . . . 511 & f.
Diverses combinaisons des observations du *Baromètre* faites dans cette *Montagne*, pour découvrir les modifications qu'éprouve l'*air*. . . . . 540 & f.
Exceptions remarquées au *pied* de cette *Montagne*. . 614 & f.
SA position. . . . 618
Celle de chaque *station* en particulier. 624
Tables des observations du *Baromètre* faites sur cette *Montagne* pour trouver le rapport des abaissemens du *mercure* avec les *Hauteurs*. . . . après le N°. 634
Hauteurs des lieux les plus connus de cette *Montagne* sur le niveau du *Lac* de *Genève*, & sur celui de la *Mer-Méditerranée*. . 755

SALSAFRAS (*Huille essentielle de*); Voyez HUILE.

SAMOIN, Village de *Faucigny*. 884 & 947

SAPIN. Ce *bois* est très propre à la *monture* des *Baromètres* & des *Thermomètres*, parce que la *chaleur* ni l'*humidité* ne l'affectent pas sensiblement dans le sens de la longueur de ses *fibres*. 362 & 458 *a* & f.
Expérience qui indique le degré de son allongement par l'*humidité*. . . . . 362 *note*
Les SAPINS sont un excellent abri contre la *pluie*. . . 919

SCHEUCHZER (M. J.) Sa *Régle* pour mesurer les *Hauteurs* par le *Baromètre*. . . . 276 & f.
Com-

Comparaison de cette *Régle* à de nouvelles expériences. N°. 553 & f.

SCHEUCHZER (M. J. J.) Ses observations du *Baromètre* au Rocher de *Pfeffers* & au Clocher de *Zurich*. 275

SCHEUCHZER (M. J. G.) Sa *Table* des *Hauteurs de* l'*Air* correspondantes à celles du *mercure* dans le *Baromètre*. 277
Applique la *Régle* de Mr. *J. Scheuchzer* à quelques observations du *Baromètre*. . . . . 278 & f.

SELS. Le SEL *marin* retarde la *congélation* de l'*Eau* . . 414 *c* & f.
Et en même tems IL augmente sa faculté de se condenser par les *diminutions* de la *chaleur*. . 414 *e* & f.
Température fixe du mélange d'1 partie de ce SEL & de 2 parties de *glace* dispoſée à fondre. . . 443 *l*
Certains SELS ne changent pas la faculté de l'*Eau* de recevoir de la *chaleur*, & d'autres l'augmentent. 953 & 955

SENS. Illuſions de nos SENS à l'égard de la *chaleur*. 686 & f. & 697
Avertiſſement que nous recevons par nos SENS aux approches de la pluie. . . . . . . 718 & f.

SENSIBILITÉ, *rélativement au Thermomètre*. Rapports des SENSIBILITÉS de l'*Eſprit-de-vin* & du *mercure*. . . . . . . 418 *b*
Erreur produite par leur différence de SENSIBILITÉ dans une expérience de M. *Micheli du Creſt*. . . . . . . 425 *d* & f.

SERPOLET (*Huille eſſentielle de*). Voyez HUILE.

SIXT Abbaye dans le *Faucigny*. N°. 885

SIXT (*Montagnes de*). Diverſes obſervations du *Baromètre* ſur ces *Montagnes* pour en meſurer la hauteur. . . . . . 645 & f.
Nivellement de la route de *Genève* à ces *Montagnes*. . . 757
Rélation de ce *voyage*. . 884 & f.

SNOWDON, Montagne d'*Angleterre*. Obſervations du *Baromètre* faites ſur cette *Montagne* par *Caſwel* & *Halley*, comparées à ſa *hauteur*. 266

SOLEIL. Changement dans l'état de l'*Atmoſphère* à ſon *lever*. 524 & f.
A ſon *coucher*. . . . 527
Remarques ſur les *Thermomètres* propres à obſerver la température de l'*Air* échauffé par le SOLEIL. 533 & f.
Remarques ſur les obſervations du *Baromètre* faites pour meſurer les Hauteurs, vers le *lever* du SOLEIL. . . . . . 593 & f.
Et ſur les *Réfractions* dans ce moment du Jour. . . . 829

SOLIDES. Examen de cette eſpèce de *corps*, quant à la *meſure* de la *chaleur*. . . . . . . 420 *b*

SOUFFLETS, produits par des chutes d'*eau*. . . . 1031 *note*.

SOULIERS des *Montagnards*, avec leſquels ils montent aiſément ſur la *Neige durcie*. . . . 929
Il faut en employer de ſemblables pour y monter, de même que ſur les *gazons rapides*. . . 947

STROMBOLI, *Volcan* des Iſles de *Lipari*. Ses *exhalaiſons* ſuſpendues dans l'*air* tiennent lieu de *Baromètre*. 705

SUPERGUE, *Eglise* ſur la Montagne de *Turin*. Obſervations du *Baromètre* faites à cette *Egliſe*, comparées à ſa *hauteur*. . . . 639

T.

TABLE (*Montagne de la*) au *Cap de Bonne-Eſpérance*. Meſure *géométrique* de ſa *hauteur*, par M. l'Abbé *de la Caille*. 776

Obſervations du *Baromètre* au ſommet & au pied de cette *Montagne*. . . . . 777 & ſ.

Réſultats de ces *obſervations*, comparés aux *régles* données dans cet Ouvrage pour la *meſure* des *Hauteurs*. . . . 778 & ſ.

TABLE. Des Hauteurs de l'*Atmoſphère*, correſpondantes aux *abaiſſemens* du *mercure* dans le *Baromètre*, ſuivant divers Phyſiciens. 334

Des hauteurs correſpondantes des *Thermomètres* de *Mercure* & d'*Eſprit-de-vin*, & de leurs différences. . . . . . . 415 *oo*

Des ſommes d'une *progreſſion géométrique*, qui expriment les différences des *marches* des *Thermomètres* de *mercure* & d'*eſprit-de-vin*. . . . . . . 415 *ss*

Des hauteurs correſpondantes des *Thermomètres* de *mercure*, d'*huile d'olive*, d'*huile eſſentielle de Camomille*, d'*huile eſſentielle de ſerpolet*. d'*eſprit-de-vin*, d'*eau ſaturée de ſel marin*, & d'*eau commune*, accompagnées de leurs différences. 418 *m*

Des hauteurs du *Thermomètre* de *mercure*, qui correſpondent à des *accroiſſemens* de la *chaleur* égaux entr'eux. . . . . . 422 *rr*

Des quantités *réelles* de *chaleur* correſpondantes aux *indications* du *Thermomètre* de *mercure*. . 422 *lll*

NB. *Voyez une autre* TABLE *de même eſpèce que ces dernières, à la fin de cet article.*

Des hauteurs correſpondantes de *Thermomètres* faits de *liqueurs* différemment *ſpiritueuſes*, & du *Thermomètre* de *mercure*. . . 426 *b*

Des hauteurs correſpondantes du vrai *Thermomètre* de M. *de Réaumur*, & de deux autres *Thermomètres*, l'un d'*eſprit-de-vin* & l'autre de *mercure* qui portent le même nom. . . . . . 48 *b*

Des *Abſciſſes* d'un *Triangle*, dont les *ordonnées* deviennent des *Echelles* pour le Thermomètre qui doit accompagner le *Baromètre*. . 492

Des *Hauteurs*, correſpondantes aux *abaiſſemens* du *mercure* dans le *Baromètre* de *ligne* en *ligne*, formée des termes d'une *progreſſion harmonique*. 549

Des *hauteurs* de l'*Air*, correſpondantes à celles du *mercure* dans le *Baromètre*, formée par une Théorie qui conduit à l'uſage des *logarithmes* dans la *meſure* des *Hauteurs* par le *Baromètre*. . . 570

TABLES d'*obſervations* du *Baromètre* pour la meſure des *Hauteurs*, faites dans la montagne de *Salève*. . . . . . . 626 & ſ.

TABLES diverſes d'obſervations du *Baromètre* pour la meſure de la *hauteur* de divers lieux. . 749 & ſ.

TABLE d'*obſervations* de la *chaleur* de l'*eau bouillante*, faites dans la route de *Beaucaire* aux *Montagnes* de Sixt en *Faucigny*, comparées à la *Loi* trouvée des *décroiſſemens* de cette *chaleur*. 962

D'*obſervations* ſemblables faites dans la route de *Genève* à *Gênes* par

par le *Mont-Cenis*. . . . 963
D'*observations* de cette espèce, comparées à une *Théorie* sur la *chaleur* de l'*eau bouillante*. . 1088
La même corrigée pour l'erreur du *Thermometre*. . . 1123
(Nouvelle) des rapports du *Thermomètre* de *mercure* avec la *chaleur*, & des *erreurs* que cet *instrument* introduisoit dans les observations. 1107

TANINGE, *Bourg* de *Faucigny*. Observations du *Baromètre* faites dans ce Lieu là, & sa *hauteur* conclue de ces observations. . 645
Route aux Montagnes de *Sixt*. 884

TEMPERATURE. Ce mot pris pour *Degré de chaleur*; Voyez CHALEUR.

TENERIFFE (*Pic de*). Observation du *Baromètre* faite sur cette Montagne par le Père *Feuillée*, comparée avec sa mesure géométrique. 280 & s.
Critique de cette *mesure*, par M. M. *De la Condamine* & *Bouguer*. . . . . . 281 note.
Comparaison de la hauteur de cette *Montagne*, avec celle du *Mont-blanc*. . . . 763

TERMES FIXES *du Thermomètre*. Indéterminés jusques à présent; nécessité d'en convenir. . 427 & s.
TERME FIXE *inférieur*. Différemment entendu, quoique sous le même nom de *Congélation*. 436 *a*
Fixation de ce TERME. . 438
TERME FIXE *supérieur*. C'est la *chaleur* de l'*eau bouillante* sur presque tous les *Thermomètres*. 439 *a*
Conditions nécessaires pour le rendre vraiment FIXE. . . *ibid.*
Nécessité de ne pas changer légérement les TERMES FIXES du *Thermomètre commun*. . 448 *f* & s.
Raisons de confiance dans les TERMES FIXES de la *chaleur* de l'*eau bouillante* & de la *glace qui fond*. 452
Voyez aussi *Eau-bouillante* & *glace*.
Maniére de marquer ces TERMES sur le *Thermomètre*. 457 *c c* & s.

THERMOMETRE, qui doit accompagner le *Baromètre*. . . 365 & s. 372 & s. & 490 & s.
De l'*invention* du THERMOMETRE. . . . 409 *a* note
Etat actuel du THERMOMETRE. . . . . . . 409.
Nécessité de convenir d'une manière uniforme de LE construire. . . . . 409 *c*
De la *matière* du THERMOMETRE. 410
Principe fondamental dans SA construction. 411
Projet d'un THERMOMETRE *équidifférentiel* par Mr. *Le Sage*. 411 *a* note & 422 *b* & s.
THERMOMETRE d'*huile d'olive*. 413 *k* & s. & 414 *k* & s.
THERMOMETRES d'*eau*, d'*esprit-de-vin*, d'*esprit-de-vin affoibli* & de *mercure*, comparés . 414 *a* & s.
D'eau saturée de sel marin. . 414 *f*
D'esprit-de-vin saturé de sel marin. . . . . . . 414 *g*
D'*huiles essentielles* de *Camomille* & de *serpolet*. . . 415 *dd* & s.
De *vin*, d'*eau-de-vie*, & d'*esprit-de-vin* différemment rectifié. . 426 *b*
Projet de *graduation* du THERMOMETRE par *Renaldini*. 422 *d* & s.
Expériences pour graduer le THERMOMETRE de manière qu'il exprime des *différences* égales de la *chaleur*. . . 422 *bb* & s.
But qu'il falloit se proposer dans la *graduation* du THERMOMETRE.

TRE. . . . N°. 422 *000*
Les THERMOMETRES d'*esprit-de-vin* ne peuvent être d'accord entr'eux, que quand cette *liqueur* est également *spiritueuse*. . . 426 *g*
Les THERMOMETRES de *mercure* sont toûjours d'accord entr'eux quant à la *marche* naturelle du *liquide*. . . . . . 426 *m* & s.
Termes fixes du *Thermomètre*. Voyez TERMES FIXES.
THERMOMETRES; d'*Avicenne* & de *Drebbel*. . . . 420 *d*
de *Newton*. . . 428 *c* & s.
d'*Amontons*. . . 429
de *Fahrenheit*. . . 430
de *De Réaumur*. . . 431
de *De Lisle*. . . 432
de *Micheli Du Crest*. . 433
de *Florence*. . . 434 *b*
de *De la Hire*. . . 434 *c*
de *Poleni*. . . . 434 *d*
de *la Société Royale de Londres*. . . . 434 *e*
de *Fowler*. . . 434 *f*
de *Hales*. . . . 434 *g*
d'*Edimbourg*. . . 434 *h*
de *Londres* & de *Lyon*. . 434 *i*
De l'*Echelle* du THERMOMETRE. 453
Des *tubes* des THERMOMETRES de *mercure*. . . 455
De LEUR *Boule*. . . 456
Manière de LES *remplir*. . 457
Précautions qu'exigent les THERMOMETRES destinés à mesurer de grandes *chaleurs*. . 457 *y* & s.
De la *Monture* du THERMOMETRE. 458
Desavantages de la mauvaise construction des THERMOMETRES répandus dans le Public. . 458 *h*
Moyen d'en construire d'assez bons à peu de fraix. . 458 *i* & s.
THERMOMETRES d'*esprit-de-vin* accordés avec le THERMOMETRE de *mercure* pour l'usage du Public. . . N°. 458 *m* & s.
Nécessité du concours du Public & des soins des Physiciens, pour la réforme du THERMOMETRE. 458 *z*
Usage du THERMOMETRE pour connoître le degré de *chaleur* de l'*Air* dans la *mesure* des *Hauteurs* par le *Baromètre*. . . 531 & s.
Défaut des THERMOMETRES ordinaires pour ce genre d'observations. . . . . . 533 & s.
THERMOMETRE propre à cet usage. . . . . 537 & s.
Son *Echelle*. . . 609 & s.
Ce même défaut des THERMOMETRES ordinaires, les rend impropres aux observations rélatives à l'estimation des *Réfractions*. 818
Importance de cet usage du THERMOMETRE. . . 819
Echelle du THERMOMETRE *astronomique*. . . . 838 & s.
Remarque sur l'importance d'un THERMOMETRE bien déterminé. 841
THERMOMETRE propre à observer la chaleur de l'*eau bouillante*. . . . . . 867 & s.
Erreurs que le THERMOMETRE pouvoit introduire dans la *Physique*, par l'ignorance du rapport de sa *marche* avec celle de la *chaleur*. . . . . 1094 & s.
Développement de ces erreurs, compliquées par la construction de l'*Echelle* du THERMOMETRE. 1101 & s.
Formules de correction. . 1103 & s.
Nouvelle *Table* des rapports du THERMOMETRE de *mercure* avec la *chaleur*, & des erreurs qu'il introduit dans les observations. . 1107
Usages de cette *Table*. . . 1108
Formules pour trouver les quantités de *chaleur* correspondantes

aux points observés sur le THERMOMETRE. . . N°. 1113 & s.
Application de ces *formules* aux observations du THERMOMETRE dans l'*eau bouillante*. . . 1115

TIPULES sur le *Glacier de Buet*. 930

TORICELLI. Inventeur du *Baromètre*. 7

TORRENS. Leur formation dans les *Montagnes*. 159

TORRIDE (*Zone*). Comparaison du degré de *chaleur* dans cette *Zone* & dans la nôtre. 206

TOVET-DESSUS, Hameau sur le *Mont-Cenis*. Observations du *Baromètre* & de la *chaleur* de l'*eau bouillante* dans ce lieu là. . 450 c.
SA *hauteur* sur le Niveau de la *Mer-méditerranée*. . . . 751

TOWNLEY (*Richard*), Disciple de *Boyle*, trouve la *Loi* des condensations de l'*Air* comprimé. . 242

TRANCHES d'*Air* de *poids égal*, considérées dans l'*Atmosphère* pour trouver les rapports de leurs *épaisseurs* par différens degrés de *pression*. . . . . . . 560 & s.
D'*épaisseur égale*, considérées pour trouver les rapports de leurs *poids*. 568 & s.

TRIGONOMETRIQUES (*Observations*); jointes aux observations *Barométriques*, pour *mesurer* les *Hauteurs*. . . . . . 761 & s.

TRIPIED du *Baromètre portatif*. 503 & s.

TRUCHET (Le Père *Sebastien*). Son observation du *Baromètre* au *Mont-d'or*. . . . N°. 772

TUBES des *Baromètres*, ne doivent pas être trop *épais*, quand on veut y faire *bouillir* le mercure. . 355
Fabrication des TUBES dans les verreries. . . . 357 *note*.
Expérience sur l'effet des différences de *diamètre* dans le TUBE d'un *Baromètre*. . . 381 & s.
Le TUBE du *Baromètre* doit être en forme de *siphon* de *diamètre* égal. 384
Effet de l'imperfection des TUBES dans le *Baromètre*. . 398 & s.
De leur perfection. . 857 *note*.
Dimensions des TUBES d'un *Baromètre portatif*. . 465 & 482
Précautions à prendre pour les couper net, & pour empêcher les *fêlures*. 478
Moyen de *souder* les TUBES *fêlés*. 479
Manière de *calibrer* les TUBES de *Baromètres*. . . . 480
Des TUBES pour les *Thermomètres* de *mercure*. . . . 455
Moyen de les nettoyer en les remplissant. . . . 457 b & s.

TURIN. Observations du *Baromètre* dans cette *Ville* pour déterminer sa *hauteur* rélativement à *Genève*. 647
Et rélativement au Niveau de la *Mer-méditerranée*. . . 648
Observations du *Baromètre* au sommet de la *Montagne* de TURIN. 640
Au *clocher* de SA *Cathédrale*. 641
Nivellement de la *route* de *Genève* à TURIN. . . . 751

VALLON. Village du *Faucigny*, route aux *Montagnes de Sixt*. . . 884

VAPEURS. Leur *ascension* considérée par *Woodward* comme la cause de l'*abaissement* du *mercure* dans le *Baromètre*. 151
Et par *Hamberger*. . . 209
Leur *chute* au contraire par *Leibnitz*. . . . . . 166 & f.
Les *vapeurs* supposées plus *pesantes* que l'*Air* par M. *Hamberger* & par d'autres Physiciens. . 212
ELLES sont la vraie source des *Rivières*, contre l'opinion de *Woodward*. . . . 156 & f.
Les VAPEURS troublent quelquefois la *Loi* générale des *densités* de l'*air* dans l'*Atmosphère*. . . 666
Formations des VAPEURS *visibles*, ou *Brouillards* . . 673
Des VAPEURS *invisibles*, nommées simplement VAPEURS dans le reste de cet *Article*, tant qu'il ne sera question que de celles qui se répandent dans l'*Air*. . 674
PREUVES de la *légéreté* des VAPEURS rélativement à l'*Air*. 675 & f.
Les VAPEURS sont un composé d'*eau* & de *feu*. . . 675 & f.
Les VAPEURS produisent probablement la plus grande différence de température des vents *Nord-Est* & *Sud-Ouest*. 679
ELLES doivent conserver longtems le *feu* qui LES a formées. 683
Il y a toûjours assez de *feu*, même au plus fort de l'*Hiver*, pour LES produire. . . . . 684 & f.
ELLES indiquent ELLES-mêmes que le *feu* est leur véhicule. 691 & f.
Les VAPEURS sont plus *légéres* que l'*Air*. . . . . 700 & f.
L'*Air* mêlé de VAPEURS est plus *léger* que l'*Air* pur. . 709 & f.
ELLES changent peu la *masse* de l'*Atmosphère*, mais elles changent beaucoup son *volume*, & par conséquent la *pesanteur spécifique* des *colonnes* où ELLES s'introduisent. 713 & f.
LEUR effet sur le *ressort* de l'*Air*. . . . . 715 & f.
Preuves de la présence des VAPEURS dans l'*Air*, quand le *Baromètre* baisse. . . . 717 & f.
LEUR influence sur la *santé*. 721 & 942
LEUR influence probable dans les *Réfractions*. . . 848 & f.
Moyen de découvrir si cette *influence* est réelle. . . . 854
Effet des VAPEURS dans les *Thermomètres*. . . 423 *k* & f. & 457 *y*
Les VAPEURS repoussent l'*Air* & en sont repoussées. . . 970
VAPEURS qui s'élèvent de l'*eau* environné d'*huile chaude*. . 992
Les VAPEURS se forment dans les *bulles* d'*air* qui se dégagent de l'*eau chaude*. . . . 1002
LEUR *élasticité* est d'autant plus grande en ce cas, que l'*eau* est plus *chaude*. . . 1063, 1071 & 1072
Chaleur nécessaire pour produire des *vapeurs* dans ces *bulles* d'*air*, quand l'*eau* est chargée du poids de l'*Atmosphère*. 1072
Quand elle en est déchargée. *ibid.*

VARIATIONS DU BAROMETRE.
Prémières observations de ce phénomène. 11
Dès qu'on LES eut découvertes, on chercha à LES rendre plus sensibles par différentes constructions du BAROMETRE. . . . 23
Cette recherche a été nuisible à la justesse de l'*instrument*. . 49
Et inutile pour son objet. . 50
On n'est point encore d'accord sur la cause des VARIATIONS DU BAROMETRE. . . 112

Prin-

Principe commun à la plûpart des *hypothèses* sur cet objet. . 113
Raison générale de leur diversité. 114
Idées de *Pascal* sur ce *Phénomène*. 115
Celles de M. *Perrier*. . 116
Hypothèse du Dr. *Beal*. . 117
du Dr. *Wallis*. (prémière) 118
de M. *Garcin*. . 119 & f.
du Dr. *Garden*. . 121 & f.
du Dr. *Wallis*. (seconde) 127
de *Lister*. . . 128 & f.
de *Halley*. . . 130 & f.
de *Garsten*. . . 132 & f.
de *De la Hire*. . 136 & f.
de *Mariotte*. . . 139 & f.
de *Le Cat*. . . 147 & f.
de *Woodward*. . 149 & f.
de *Leibnitz*. . . 166 & f.
de *de Mairan*. . 193 & f.
de *Hamberger*. . 209 & f.
de *Dl. Bernouilli*. . . 218 & f.
de *Muschenbroeck*. . 222
En traitant des VARIATIONS DU BAROMETRE, on a le plus souvent confondu les *effets* avec les *causes*. 223
Nouveau *principe* sur ce sujet. *ibid.*
Influence des défauts du BAROMETRE sur l'apparence de ses VARIATIONS. . . 388 & f.
La *cause* des VARIATIONS DU BAROMETRE n'influe pas toûjours également dans toute l'étendue d'une même colonne d'*Air*. 665
Différence entre cette *cause*, & celle qui fait changer la hauteur du mercure dans le BAROMETRE quand on le transporte en des lieux différemment *élevés*. . 667
Principale *cause* des VARIATIONS DU BAROMTERE. 709 & f.
Explication des *Phénomènes* qui accompagnent les VARIATIONS DU BAROMETRE; & prémièrement de ceux qui prouvent qu'il y a des *vapeurs* dans l'*Air* quand le BAROMETRE baisse. . 717 & f.
Explication d'autres *Phénomènes*, & principalement de ceux qui sont rélatif à la *Pluie* & au *Beau tems*. 722 & f.

VASE propre aux observations de la *chaleur* de l'*eau bouillante*. 875

VENTS. M. M. *Halley*, *Gersten*, *de la Hire*, *Mariotte*, *Le Cat*, *de Mairan* & divers autres Physiciens, ont pensé que les VENTS étoient la principale cause des *variations* du *Baromètre*; mais ils ont expliqué LEUR action de manières très différentes. . 130 à 148
193 & f.
Le *mouvement horizontal* de l'*Air* qui résulte des VENTS, ne produit pas une diminution sensible de *pression* de ce *Fluide* sur la surface de la *Terre*. . . 195 & f.
VENTS produits par les *vapeurs*. 200
Par le passage du *soleil* de l'un à l'autre des *Tropiques*. . . 204
Et de l'*Orient* à l'*Occident*. 525 & f.
Considérations sur l'effet que produisent les VENTS dans le *poids* de l'*Atmosphère*, par la différence de leur *température*. 201 & f.
Effet que produit sur la *densité* rélative de l'*Air*, le VENT d'*Est* qui accompagne le *lever du Soleil*. 597
Les VENTS ne paroissent pas troubler, pour l'ordinaire, la *Loi* des condensations de l'*Air*. . *ibid.*
Effet des différens VENTS sur la *pesanteur spécifique* de l'*Air* & parconséquent sur le *Baromètre*. 679 & 726
Effet des VENTS *contraires* sur la production de la *Pluie* ou de la *Neige*. 724
VENTS qui soufflent ensemble en sens différens dans différentes couches de l'*Atmosphère*. 730 & 933

VERRE. Différence de *dilatabilité* dans des VERRES différens. . 432 e
Effet

Effet de cette différence sur le *Thermometre* de *de Lisle*. N°. 432 *f*
Influence des différentes espèces de VERRE sur le *Baromètre*. 398 & f.
Avantage d'employer du VERRE d'*Angleterre* pour les *tubes* de *Baromètres*. . . . . 857 *note*

VESUVE. Les *exhalaisons* de ce *Volcan* suspenduës dans l'*Air*, sont une espèce de *Baromètre*. . . 705

VILLES. Les observations comparatives sur l'état de l'*Air*, ne sont pas aussi exactes dans les VILLES qu'à la *Campagne*. 748
Moyens de déterminer les *hauteurs* des VILLES par le *Baromètre*. 759

VOLCANS. Leurs *exhalaisons* s'*élèvent* ou s'*abaissent* plus ou moins, suivant que l'*Air* est plus ou moins *dense*; & servent ainsi de *Baromètres*. . . . 705 & f.

VOYAGES. Observations qu'on peut faire du *Baromètre* dans les VOYAGES, pour *Niveller* les routes. . . . . . 744 & f.

VUIDE. Les *Anciens* attribuoient à l'*horreur du* VUIDE les effets produits par le *poids* de l'*Air*. . N°. 2
Gradation par laquelle on a abandonné cette chimère. . . 4 & f.
Expériences faites par *Pascal* sur le VUIDE d'*Eau*, pour prouver le VUIDE d'*Air*. . . . 9
Remarques sur l'*évaporation* dans le VUIDE. 708
Sur l'augmentation que produit le VUIDE dans le *réfroidissement* des *liqueurs* qui s'*évaporent*. . . 972
Comparaison du *Réfroidissement* des *métaux* dans le VUIDE & dans l'*Air*, par M. *Musschenbroek*. . 971
Réfroidissement subit produit dans l'*eau* par le VUIDE. . . . 1062
Expériences sur le degré de *chaleur* que peut acquérir l'*eau* dans le VUIDE. . . . . 1046 & f.
Erreurs à cet égard. . . 1050

VULCANO. *Volcan* des Isles de *Lipari*. Ses *exhalaisons* s'élèvent plus ou moins, suivant le degré de *densité* de l'*Air*, & servent ainsi de *Baromètre*. 705

W.

WALLIS (le D[r].). Ses prémières idées sur la cause des *Variations du Baromètre*. 118
Changement dans ces idées. . 127

WOODWARD. Ses idées Cosmologiques. . . . . 149 & f.
Son *hypothèse* sur les *Variations du Baromètre*. . . . 151 & f.

Y.

YVOIRE employé pour quelques pièces d'un *Barometre portatif*. 466 & f. . . . . . . & 483

ZERO,

Z.

ZERO. Son *Logarithme* est l'*infini négatif*. 1143
ZERO (Considéré comme le *point* où commencent les *divisions* d'un *Instrument*.).
ZERO du *Thermomètre* qui doit accompagner le *Baromètre*. . 372
Remarques sur le ZERO du *Thermomètre* de M. *Amontons*, considéré comme la cessation de l'*élasticité* de l'*Air*; à l'occasion d'une idée de M. *Anac*. . . 416 *f*
ZERO du *Thermomètre* de *Newton*. 428 *d*
du *Thermomètre* de *Fahrenheit*. . . . . 430 *b*
du *Thermomètre* de *de Réaumur*. . 431 *c* & 443 *g* & s.
du *Thermomètre* de *de Lisle*. 432 *b*
du *Thermomètre* de *Micheli du Crest*. . . 433 *a*
du *Thermomètre* de la *Societé Roy. de Londres*. . 434 *e*
du *Thermomètre* de *Fowler*. 434 *f*
du *Thermomètre* du Dr. *Hales*. 434 *g*
du *Thermomètre* de *Londres* & de *Lyon*. . . 434 *i*
ZERO du *Thermomètre* destiné à être *commun*. 438
Remarques sur les changemens qu'on peut y faire. . . . 453 *k*
ZERO d'un *Thermomètre* pour observer la *température* de l'*Air* dans les observations du *Baromètre* rélatives à la *Mesure des Hauteurs*. 610
D'un *Thermomètre* pour estimer les *Réfractions*. . . 838 & 840
Du *Baromètre* fait en forme de *siphon*. 485
D'un *Hygromètre* désiré dans la *Mesure des Hauteurs* par le *Baromètre*. 739

ZONE-TORRIDE. Comparaison de la *chaleur* dans cette ZONE & dans la nôtre. . . . 206





